

Schülerargumente zu Evolution und Schöpfung

Eine Untersuchung zur
Entwicklung eines fächerübergreifenden
Modells von Argumentationsfähigkeit

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Nicolai Basel
Kiel, im Januar 2015

Referent/in: Prof. Dr. Helmut Prectl

Korreferent/in : Prof. Dr. Ute Harms

Tag der mündlichen Prüfung: 27.01.2015

Zum Druck genehmigt: Kiel, den 27.01.2015

gez. Prof. Dr. Wolfgang J. Duschl, Dekan

Zusammenfassung

Die Argumentationsfähigkeit ist eine der zentralen Fähigkeiten zur Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs über naturwissenschaftliche und ethische Fragestellungen. Entsprechend ist die Vermittlung dieser Fähigkeit ein zentrales Element naturwissenschaftlichen Unterrichts. Unter dem Begriff Argumentationsfähigkeit werden verschiedene Aspekte zusammengefasst: plausible Argumente hervorzubringen, Gegenargumente zu antizipieren und zu kritisieren. Die Argumentationsfähigkeit entwickelt sich dabei nicht unabhängig in einzelnen Domänen oder Fächern, sondern weist Zusammenhänge mit dem Argumentieren in alltäglichen Kontexten, dem Fachwissen, den sprachlichen Fähigkeiten und der Entwicklung von epistemologischen Überzeugungen auf. Entsprechend dieser Voraussetzungen ist die Argumentationsfähigkeit vom jeweiligen Kontext der Argumentation abhängig.

In den meisten Studien wird diesen Zusammenhängen jedoch nicht Rechnung getragen und die Erfassung der Fähigkeit erfolgt zumeist domänenspezifisch. Um einen Vergleich der Qualität von Schülerargumentationen in verschiedenen Fächern zu ermöglichen, untersucht die vorliegende explorative Studie Eigenschaften und Unterschiede in Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen als Argumentationsgegenstände zweier unterschiedlicher Domänen. Ziel dieser Arbeit ist zur Entwicklung eines Modells von Argumentationsfähigkeit, dessen Dimensionen als Ausgangspunkt für quantitative Analysen genutzt werden können, beizutragen.

Ausgangspunkt für die Analysen sind erstens das *Toulmin-Schema (Toulmin-Argument-Pattern)*, nach dem die Struktur von Argumentationen analysiert wird, zweitens das Modell der *Alltagslogik*, mit dem Argumentationen formal nach der Verwendung bestimmter *Argumentationsmuster* beschrieben werden, und drittens werden die Fähigkeiten beim *Antizipieren und Kritisieren von Gegenargumenten* beschrieben. Bei der Analyse der Argumentationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler¹ wird von einem biologisch fachspezifischen Inhalt ausgegangen – der Evolutionstheorie. In den weiteren Schritten wird die Argumentationsfähigkeit fächerübergreifend am Beispiel des Verhältnisses von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen – stellvertretend für Argumentationen in den Domänen Biologie und Religion – beschrieben.

Das im Rahmen der Arbeit mit qualitativen Methoden entwickelte Modell von Argumentationsfähigkeit wird vor dem Hintergrund einer quantitativen Überprüfung, der Förderung von Argumentationsfähigkeit im Unterricht und der diskursiven Auseinandersetzung mit den verschiedenen Formen des Phänomens Kreationismus diskutiert.

¹ Um die Lesbarkeit zu erleichtern, wird im Folgenden das generische Maskulinum verwendet, das stellvertretend für das weibliche und männliche Geschlecht steht.

Abstract

The ability to argue is one of the most important skills to participate in social discourse on scientific and ethical issues. Accordingly, its teaching is a central element of science education. The term *argumentation skills* refers to different aspects: the abilities to produce plausible arguments, to anticipate, and to criticize counter-arguments. The ability to argue doesn't develop independently in certain domains or subjects, but shows relations to argumentation in everyday contexts, the content knowledge, language skills and the development of epistemic beliefs. According to these conditions, argumentation skills are dependent on the contexts in that the argumentation takes place.

However, in most of the studies these conditions are not taken into account and the analysis is mostly based on domain-specific frameworks. To be able to compare the quality of students' argumentations in different subjects, this explorative study investigates characteristics and differences in students' argumentations in different school subjects. The aim of this study is to contribute to the development of a qualitative model of argumentation skills which dimensions could be used for further quantitative analysis.

The starting point for the analysis is the structure of arguments, which are analyzed using the *Toulmin-Argument-Pattern*, the model of *everyday logic* by that argumentations can be analyzed formally according to the use of certain *argumentation schemes* and the description of argumentation skills in *anticipating* and *criticizing counter-arguments*. The analysis of students' argumentation skills is based on a domain-specific biological subject – students' arguments on evolutionary theory. In further steps, the argumentation skills are described in a domain-general manner by using the example of the relation of evolutionary theory and genesis narrations – representatives for argumentations in the subjects of biology and religion.

The model of argumentation skills, which is developed using qualitative methods, will be discussed against the background of further quantitative analysis, the development of argumentation skills in education and the dialectical discourse on the different forms of the phenomenon creationism.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Abstract	iii
Inhaltsverzeichnis	1
1. Einleitung	4
1.1. Argument, Argumentation, Argumentationsfähigkeit	5
1.1.1. Philosophische Modelle von Argumentation	5
1.1.2. Naturwissenschaftliche Modelle von Argumentation	7
1.1.3. Kontextabhängigkeit von Argumentationen	11
1.2. Lerngegenstand Evolutionstheorie und Argumentation.....	12
1.2.1. Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie	12
1.2.2. Konzeptwechsel zur Evolution durch dialektale Argumentation	15
1.3. Evolution und Schöpfung als <i>controversial issue</i>	16
1.3.1. Die Schöpfungserzählung(en) aus theologischer Sicht.....	16
1.3.2. Modelle zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion	17
1.3.3. Fächerübergreifende Analyse von Argumentationsfähigkeit	19
2. Zielsetzung der Arbeit	21
3. Studie 1: Analyse von Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie	23
3.1. Introduction.....	25
3.1.1. Literature Review	25
3.1.2. Objectives	27
3.2. Methods	27
3.2.1. Sample	27
3.2.2. Data analysis.....	28
3.3. Results	32
3.4. Discussion	34
3.5. Implications and future directions	35
4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung	36
4.1. Einleitung	38
4.2. Theoretischer Hintergrund	39
4.2.1. Argumentieren als Gegenstand didaktischer Forschung.....	39
4.2.2. Fachliche Konkretisierung: Forschungshintergrund zum Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung.....	41
4.2.3. Argumentationstheoretischer Hintergrund – die Typologie von Kienpointner	43
4.3. Ziel und Fragestellungen	46

4.4.	Methodik.....	47
4.4.1.	Design, Instrument und Stichprobe.....	47
4.4.2.	Datenanalyse	48
4.5.	Ergebnisse	49
4.5.1.	Verwendung der Muster in Abhängigkeit vom Kontext.....	49
4.5.2.	Verwendung der Muster in Abhängigkeit vom Inhalt	51
4.6.	Diskussion & Ausblick	53
5.	Studie 3: Students‘ Arguments on the Science and Religion Issue – the example of evolutionary theory and genesis	55
5.1.	Introduction.....	57
5.1.1.	Literature Review	57
5.1.2.	Objective and Research Questions	60
5.2.	Methods	60
5.2.1.	Sample	61
5.2.2.	Data Analysis	61
5.3.	Results	62
5.3.1.	Main categories	62
5.3.2.	Detailed Findings.....	65
5.4.	Discussion.....	68
6.	Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit - Qualität biologischer und theologischer Schülerargumentationen	71
6.1.	Einleitung	73
6.2.	Theoretischer Hintergrund.....	74
6.2.1.	Argument, Argumentation und Argumentationsfähigkeit.....	74
6.2.2.	Argumentieren in der Theologie und die Zusammenhänge mit dem Argumentieren in den Naturwissenschaften	74
6.2.3.	Modelle zur fächerübergreifenden Beschreibung der Qualität von Argumentationen	76
6.3.	Ziel und Fragestellungen	79
6.4.	Methode	80
6.4.1.	Studiendesign und Stichprobe.....	80
6.4.2.	Qualitative Inhaltsanalyse.....	80
6.4.3.	Datenanalyse	81
6.5.	Ergebnisse	82
6.5.1.	Ergebnisse zu Forschungsfrage 1	82
6.5.2.	Ergebnisse zu Forschungsfrage 2	83
6.5.3.	Ergebnisse zu Forschungsfrage 3	86
6.6.	Diskussion und Ausblick.....	88
6.6.1.	Diskussion in Bezug auf die Struktur des Argumentationsprodukts	88

6.6.2.	Diskussion in Bezug auf die Plausibilität der Argumentation.....	89
6.6.3.	Diskussion in Bezug auf die kritische Reflexion	89
6.6.4.	Ausblick.....	90
7.	Diskussion und Ausblick.....	92
7.1.	Zusammenfassung der Ergebnisse der Studien 1-4	93
7.2.	Analyse der Struktur von Schülerargumentationen	94
7.3.	Analyse der Muster und des Inhalts der Argumentationen.....	95
7.4.	Zum Modell und Ausblick auf zukünftige Forschung	96
7.5.	Implikationen für den Unterricht	98
8.	Literaturverzeichnis	101
9.	Anhang	123
9.1.	Abbildungsverzeichnis	123
9.2.	Tabellenverzeichnis	124
9.3.	Aufgabenstellung der argumentativ-diskursiven Aufgabe	125
9.4.	Kategoriensystem Argumentationsmuster	127

1. Einleitung

Die Argumentationsfähigkeit wird häufig als eine der Schlüsselkompetenzen für die aktive und die verständige Teilhabe am Diskurs über gesellschaftlich relevante Themen betrachtet (z. B. Acar, Turkmen, & Roychoudhury, 2010; Hermann, Hoppmann, Stölgen & Taramann, 2012; Walton, 2006). Ihre Vermittlung ist daher eine der Aufgaben von Unterricht und Schule. Entsprechend beschäftigen sich die Didaktiken verschiedener Fächer mit der Argumentationsfähigkeit von Schülern. Die theoretische Basis dafür liefern aus der Philosophie stammende Ansätze (z. B. formale Logik), die jedoch in den verschiedenen Fächern unterschiedlich angewendet und interpretiert werden. Während empirische Arbeiten in den Naturwissenschaften bereits zu ersten Modellierungen naturwissenschaftlicher Argumentationsfähigkeit geführt haben (z. B. v. Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008a), liegen bisher kaum Erkenntnisse darüber vor, wie diese Fähigkeit über Fächergrenzen hinweg entwickelt wird. Ein Problem dabei stellen die unterschiedlichen Herangehensweisen und Modelle, mit denen die Fähigkeit zu argumentieren untersucht wird, dar, da sie keine Vergleichbarkeit in verschiedenen Fächern ermöglichen. Mit der Frage, mit welchem Modell sich die Argumentationsfähigkeit in verschiedenen Fächern - am Beispiel von Biologie und Religion - analysieren lässt, beschäftigt sich diese Arbeit.

In den folgenden Kapiteln wird zunächst auf die für diese Arbeit grundlegenden Definitionen von Argument, Argumentation und Argumentationsfähigkeit in philosophischen und naturwissenschaftlichen Modellen eingegangen sowie die Abhängigkeit der Argumentation vom Kontext, in dem argumentiert wird, vorgestellt (s. Kapitel 1.1). In einem weiteren Schritt wird dann der fachlich naturwissenschaftliche Hintergrund – die Evolutionstheorie – anhand dessen das Argumentieren von Schülern untersucht werden soll, geklärt. Der Fokus wird hier auf die Anlässe für das Argumentieren und die Alltagsvorstellungen von Schülern gelegt. Des Weiteren wird hier auch gezeigt, inwiefern die Argumentation einen Konzeptwechsel begünstigt (Kapitel 1.2). Im dritten Schritt wird dann, ausgehend von den Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie, der fachliche Hintergrund in der Theologie – die Schöpfungserzählungen – geklärt und darauf aufbauend werden die verschiedenen Modelle für das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen vorgestellt. Das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung stellt den für diese Arbeit entscheidenden fächerübergreifenden Untersuchungsgegenstand dar, der

eine fächerübergreifende Analyse von Argumentationsfähigkeit ermöglichen soll. (s. Kapitel 1.3).

1.1. Argument, Argumentation, Argumentationsfähigkeit

Entsprechend der jeweiligen Fachrichtung, die sich mit der Argumentation beschäftigt, ob nun aus philosophischer, wissenschaftspropädeutischer, alltagssprachlicher oder naturwissenschaftlicher Sicht, liegen der Arbeit verschiedene Definitionen eines Arguments zu Grunde.

1.1.1. Philosophische Modelle von Argumentation

Nussbaum (2008) unterscheidet in Anlehnung an O'Keefe (1982) *Argument* und *Argumentation*: Zum einen definiert er das *Argument* als Produkt aus Prämissen und Konklusionen. Hierbei wird von den Prämissen ausgehend auf die Konklusionen geschlossen. Ebenfalls hierauf aufbauend tragen Zohar und Nemet (2002) die folgenden Definitionen zusammen: Ein *Argument* besteht demnach aus einer Behauptung bzw. einer Konklusion, die durch Rechtfertigungen (Kuhn, 1991; Toulmin, 1958, 2003), Gründe (Angell, 1964, zit. n. Means & Voss, 1996) oder Stützungen (Halpern, 1989) begründet wird. Zum anderen definiert Nussbaum die *Argumentation*² als Prozess, in dem zwei oder mehrere Individuen in einem Dialog in Kontakt treten, Argumente austauschen und diese kritisieren (Nussbaum, 2008). Mit diesem Prozess der Argumentation ist das Ziel verbunden, Lösungen auszuhandeln und einen Konsens zu erreichen (Willenberg, Gailberger, & Krelle, 2007) bzw. etwas Strittiges zu belegen (Nussbaumer, 1995) und damit einen Übergang vom *Meinen* als unbegründeter Behauptung zum *Wissen* als einer durch begründete Argumente gestützten Behauptung zu ermöglichen (Wohlrapp, 2008). *Argumentationen* können unter Verwendung verschiedener Ansätze betrachtet werden: Ansätze aus der Logik fragen nach der formalen deduktiven bzw. induktiven Gültigkeit der Argumente (die Prämissen sind wahr, also ist die Konklusion wahr; z. B. Kienpointner, 1992). Ansätze aus Topik und Rhetorik fragen in der Argumentationsanalyse nach der Art der Verbindung von Prämissen und Konklusionen (z. B. Walton, 1996) und informelle Ansätze nach der funktionalen Klassifizierung der Elemente eines *Arguments* (z. B. Toulmin, 1958, 2003). Toulmin (1958, 2003) spricht sich gegen eine formale Gültigkeit aus und schlägt eine Bewertung eines Arguments nach seiner Vollständigkeit vor. Um diese zu überprüfen, definiert er sechs Elemente, die ein gültiges Argument umfassen

² Im englischen Sprachgebrauch wird für beide, Produkt und Prozess der Begriff *argument* verwendet, dies ist mit dem deutschen Sprachgebrauch nicht kompatibel, weshalb hier die Begriffe *Argument* (Produkt) und *Argumentation* (Prozess) unterschieden werden. Wenn alternativ, wie beispielsweise im Schema nach Kienpointner (1992), nur von einem Argument im Sinne einer Prämisse gesprochen wird, was auch dem allgemeinen Sprachgebrauch entspricht, wird gesondert darauf hingewiesen (s. z. B. Kapitel 3).

sollte: Behauptungen bzw. Konklusionen (claim), Beobachtungen bzw. Daten (data), Schlussregeln (warrant), Operatoren bzw. Einschränkungen (qualifier), Stützungen (backings) und Ausnahmebedingungen (rebuttal).

Entsprechend besitzt jemand – als erstes Merkmal – eine ausgeprägte *Argumentationsfähigkeit*, sofern er *komplexe Argumente* (s. Abb. 1) hervorbringen kann, die einen Großteil der Elemente berücksichtigen. Dies umfasst ein Maß, das insbesondere für Forschungsarbeiten in der Didaktik der Naturwissenschaften Anwendung findet (z. B. Erduran, Simon, & Osborne, 2004; vgl. Kapitel 1.1.2.).

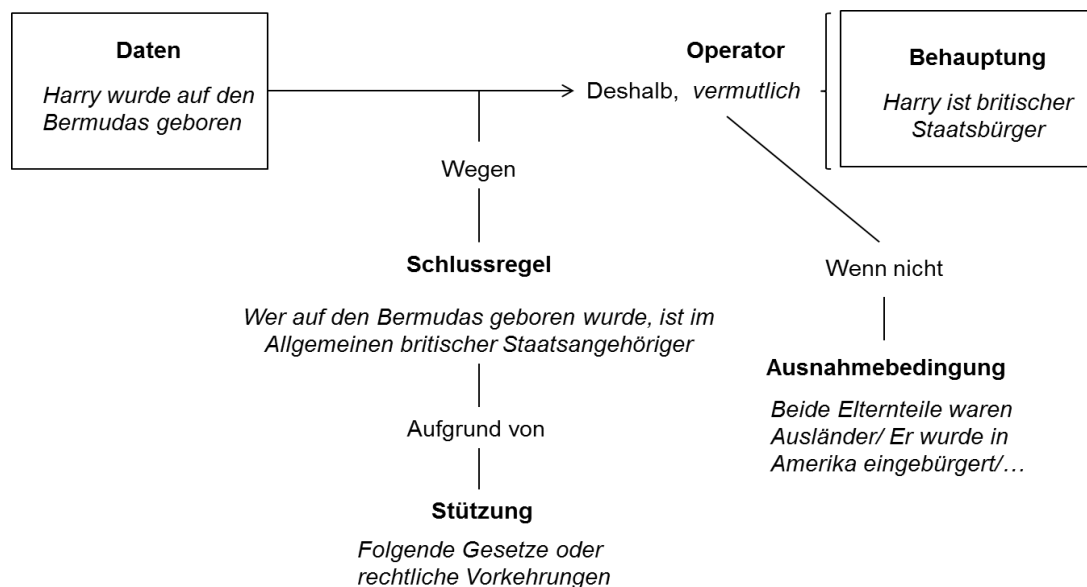


Abbildung 1: Das Toulmin-Schema (engl. Toulmin-Argument-Pattern, TAP), verändert nach Toulmin (1958, 2003)

Bei der Analyse von Argumentationen im Rahmen von Topik und Rhetorik steht im Vordergrund, bestimmte Muster, die hinter der Argumentation liegen und die Funktion haben, Prämissen mit der Konklusion zu verbinden, zu analysieren (z. B. Hastings, 1963; Kienpointner, 1992; Perelman & Olbrechts-Tyteca, 1958; Walton, 1996). Damit werden nicht die einzelnen Elemente wie in der Analyse nach dem Toulmin-Argument-Pattern (TAP) in den Fokus genommen, sondern auch die Relation zwischen Daten und Behauptung. Die in Abb. 1 vorgestellte Argumentation wäre beispielsweise eine kausale Relation, im Rahmen derer von den Ursachen (Geburt auf den Bermudas, gesetzliche Bestimmungen) auf eine Wirkung (Harry ist britischer Staatsbürger) geschlossen wird. Als weiteres Beispiel sei ein *Autoritätsmuster* (Kienpointner, 1992, 1996) bzw. *Argument*

from expert opinion (z. B. Walton, Reed, & Macagno, 2008), bei dem zur Stützung der Konklusion Autoritäten eingesetzt werden, aufgeführt³:

Prämissen: *E* ist Experte auf dem Gebiet *S*, das die Aussage *A* umfasst. *E* sagt, dass *A* wahr/wahrscheinlich ist. Konklusion: *A* ist wahr/wahrscheinlich.

Aus der Sicht der deduktiven Logik sind ein Großteil dieser Muster Trugschlüsse, da sie nicht deduktiv oder induktiv gültig sind und die unstrittige Wahrheit der Prämissen nicht gegeben ist. Nichtsdestoweniger besitzen sie aber dennoch logisches Gewicht (vgl. Walton, 2005). Daher finden diese Muster vor allem in der Alltagssprache, aber auch im Rahmen von wissenschaftlicher Auseinandersetzung Anwendung (Duschl, 2007). Sie stützen die strittige Konklusion und können in sich plausibel sein (Kienpointner, 1992). Überprüft werden kann die Gültigkeit des Musters durch kritische Fragen, die an das jeweilige Muster gebunden sind (vgl. Walton, 2001, S. 158). Sie erfüllen die Funktion, in einem Dialog die Gültigkeit der Argumente zu überprüfen:

1. Expertise Question: How credible is *E* as an expert source?
2. Field Question: Is *E* an expert in the field *A* is in?
3. Opinion Question: What did *E* assert that implies *A*?
4. Trustworthiness Question: Is *E* personally reliable as a source?
5. Consistency Question: Is *A* consistent with what other experts assert?
6. Backup Evidence Question: Is *A*'s assertion based on evidence?" (Walton, 1996, p. 223)

Je mehr dieser Fragen in einem Dialog von dem Proponenten – demjenigen, der die Argumente hervorgebracht hat – positiv beantwortet werden können, desto plausibler sind sie, d. h. die Prämissen besitzen eine stärkere Gültigkeit und die Konklusion wird akzeptabler. Das Ziel ist es also, eine Argumentation für eine strittige Fragestellung anzuführen, im Rahmen derer plausibel von den Prämissen auf die Konklusion geschlossen werden kann (vgl. zsf. Jonassen & Kim, 2010). Plausibel heißt in diesem Fall, dass die Prämissen für die Konklusion akzeptabel und für die strittige Fragestellung relevant sind (Kienpointner, 1992; Rescher, 1976, zit. nach Walton, 2001). Daraus ergibt sich - neben der o.g. Argumentationsfähigkeit nach Toulmin – ein zweites Merkmal für eine Argumentationsfähigkeit: Die Fähigkeit in sich plausible Argumentationen zu formulieren und die der Opponenten zu hinterfragen. Inwiefern diese Merkmale in den Naturwissenschaften berücksichtigt und realisiert werden, soll im Folgenden thematisiert werden.

1.1.2. Naturwissenschaftliche Modelle von Argumentation

Die Argumentation im Sinne eines kritischen Diskurses ist integraler Bestandteil naturwissenschaftlicher Forschung und soll auch Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts

³ Im Rahmen der Vorstellungen naturwissenschaftlicher Modellierung wird noch einmal gezielt auf Beispiele für Argumentationsmuster eingegangen (vgl. Kapitel 1.1.2). Für konkrete biologische Beispiele s. Kapitel 3.3.

sein (Berland & Reiser, 2009; Bricker & Bell, 2008; Chin & Osborne, 2013; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl, 2008; Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2007; Konstantinou & Macagno, 2013; Kuhn, 1993; Kuhn, 2010; Lehrer, Schauble, & Lucas, 2008; Lemke, 1990; Osborne, 2010; Nussbaum, Sinatra, & Poliquin, 2008; Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Sampson & Clark, 2008; Simon, Erduran, & Osborne, 2006). Es sind vor allem die Funktionen der *Überzeugung* und des *Begründens*, die das zentrale Element naturwissenschaftlichen Diskurses repräsentieren (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007). Das Argumentieren in den Naturwissenschaften unterscheidet sich dabei von der Alltagssprachlichen Argumentation: Geht es in der Alltagssprache vor allem um das Rechtfertigen und Begründen einzelner Meinungen und Entscheidungen, steht beim Argumentieren in den Naturwissenschaften vor allem das Begründen von Wissen durch empirische Daten im Vordergrund (z. B. Sampson & Clark, 2009; Bricker & Bell, 2009). Insbesondere Letzteres bereitet Schülern häufig Schwierigkeiten (z. B. McNeill & Krajcik, 2009, Sandoval & Millwood, 2005). Jiménez-Aleixandre und Erduran (2007) fassen verschiedene Beiträge des Argumentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht zusammen: die Förderung kognitiver und metakognitiver Prozesse, der Fähigkeit, kritisch zu denken, der naturwissenschaftlichen Grundbildung (*scientific literacy*, z. B. Yore, Bisanz, & Hand, 2003), naturwissenschaftlicher Denkprozesse im Rahmen der Erkenntnisgewinnung sowie des schlussfolgernden Denkens (vgl. Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007, S. 5).

Entsprechend dieser Implikationen ist die Fähigkeit zu argumentieren ein Teil der naturwissenschaftlichen Grundbildung (z. B. Bybee, McCrae, & Laurie, 2009) und der in den nationalen Bildungsstandards beschriebenen Kompetenzen (KMK, 2004a,b,c). In den Naturwissenschaften wie z. B. in der Biologie wurde das Argumentieren im Kompetenzbereich Kommunikation und dem Bereich Bewertung explizit aufgenommen (vgl. KMK, 2004a) und in einschlägigen Kompetenzmodellen zur Beschreibung von Kommunikations- und Bewertungskompetenz berücksichtigt (vgl. z. B. Kramer, 2009; Mittelsten Scheid & Hössle, 2008; Reitschert, Langlet, Hössle, Mittelsten Scheid & Schlüter, 2007). Im Fall des Argumentierens im Sinne der Bewertungskompetenz handelt es sich jedoch nicht allein um die wissensgenerierende, auf rein deskriptiven Prämissen beruhende Argumentation zu naturwissenschaftlichen Problemen, als vielmehr auch um die Argumentation, die normative Prämissen einschließen kann (z. B. Mittelsten Scheid, 2009). In internationaler Klassifizierung handelt es sich dann um sogenannte *socioscientific issues*, komplexe Problemstellungen, die auch moralische und ethische Fragen betreffen (z. B. Evagorou & Jiménez-Aleixandre, 2012; Oulton, Dillen & Grace, 2004). Es geht darum, auf der Basis von Argumenten und Gegenargumenten eine Entscheidung zu treffen, z. B. im Kontext von Nachhaltigkeit (Eggert & Bögeholz, 2006, 2010). Daneben hat die

Argumentation entsprechend der Funktionsbeschreibung von Jiménez-Aleixandre und Erduran (2007) aber auch eine Bedeutung für den Erkenntnisgewinnungsprozess, obwohl es nicht explizit in den Bildungsstandards erwähnt wird (Mittelsten Scheid, 2009; Riemeier, v. Aufschnaiter, Fleischhauer, & Rogge, 2012). Grundsätzlich gilt aber, dass eine Überzeugungsabsicht die Grundvoraussetzung für eine Argumentation ist, weshalb Erklärungen von Argumentationen unterschieden werden müssen (z. B. Osborne & Patterson, 2011; Kienpointner, 1992; Mayes, 2000; Walton, 2006). Bei der Argumentation wird eine strittige Konklusion durch gesicherte Prämissen gestützt, wohingegen bei Erklärungen von ungesicherten Prämissen auf gesicherte Konklusionen geschlossen wird, da das zu erklärende Phänomen – das *explanandum* – nicht in Frage gestellt wird (vgl. Osborne & Patterson, 2011, S. 634). Diese Unterscheidung ist aber insbesondere in unteren Klassenstufen nicht immer notwendig für den naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. Berland & McNeill, 2012).

Auch wenn verschiedene Modelle⁴ für die Analyse der Argumentation zur Verfügung stehen, ist es vor allem das Toulmin-Schema (vgl. Kapitel 1.1.1.), das in den Naturwissenschaften zentrale Anwendung findet. Es wird sowohl dafür eingesetzt, Argumente zu analysieren (z. B. Erduran, Simon & Osborne, 2004) und daraus auf die Ausprägung von Argumentationsfähigkeit zu schließen (z. B. Kramer, 2009), als auch den Prozess einer dialogischen Argumentation zu bewerten in der Proponenten und Opponenten miteinander agieren (z. B. v. Aufschnaiter et al., 2008a). Bei dem TAP handelt es sich jedoch primär um ein strukturelles Maß, mit dem keine Aussage über die Qualität der einzelnen Elemente getroffen wird. Dies führt dazu, dass Argumentationen, die strukturell für eine ausgeprägte Fähigkeit zu argumentieren sprechen, inhaltlich z. B. von alternativen Vorstellungen geprägt sein können (Clark & Sampson, 2008) oder komplexe Einwände geringe inhaltliche Qualität aufweisen (Nussbaum & Kardash, 2005). Dadurch hat dieses Maß nur eine eingeschränkte Aussagekraft. Des Weiteren bleiben häufig Elemente der Argumentation implizit und werden von den Schülern nicht sprachlich realisiert (Duschl, 2007). Um diesem Problem zu begegnen, werden neben der Struktur andere Maße angesetzt, wie z. B. Maße zur Bewertung konzeptueller und epistemologischer Qualität der Elemente der Argumentation (McNeill & Krajcik, 2008; Sandoval, 2003; Sandoval & Millwood, 2005; Clark & Sampson, 2008; Sampson & Clark, 2009). Zuletzt werden auch Unterscheidungen nach begründenden und nicht begründenden Argumenten getroffen (Kuhn & Udell, 2003).

⁴ Im Besonderen in den Naturwissenschaften stehen neben dem *Toulmin-Argument-Pattern* und solchen Ansätzen, die auf den Argumentationsmustern beruhen, auch das *argument-counterargument-rebuttal*-Schema von Kuhn (1991) und der Ansatz von Bayes (Szu, E. & Osborne, J. 2012) zur Verfügung. Sofern sie von Bedeutung für diese Arbeit sind (vgl. z. B. Kapitel 6) werden sie thematisiert, aber ansonsten nicht genauer vorgestellt, da der Ansatz dieser Arbeit vor allem auf den beiden oben genannten Modellen liegt.

Dennoch besteht das Problem, dass die auf dem TAP beruhenden Analysen zumeist nur auf beschränkte Fragestellungen anwendbar sind, da sie problemspezifische Kriterien z. B. zur Bewertung der epistemologischen Qualität benötigen. Entsprechend schlägt Nussbaum vor, neben der Struktur auch Argumentationsmuster zur Modellierung von Argumentationsfähigkeit in den Blick zu nehmen (Nussbaum, 2011). Bei diesen Mustern handelt es sich – neben anderen *informal reasoning patterns* (Sami Topcu, Sadler & Ozgul Yilmaz, 2010) – um „stereotypical patterns of defeasible reasoning that typically occur in common, everyday arguments“ (Blair, 1999, 2000; Walton, 1990, zit. n. Walton & Godden, 2005, S. 1), die aber mit ihren fachwissenschaftlichen Varianten sowohl in Argumentationen in den Natur- als auch in den Geisteswissenschaften Verwendung finden (Duschl, 2007). Duschl (2007) erläutert neun für den Diskurs in den Naturwissenschaften und im naturwissenschaftlichen Unterricht relevante Argumentationsmuster, die in einer Untersuchung des argumentativen Diskurses in einer Mittelstufen-Klasse zu vier großen Gruppen zusammengefasst wurden (S.170):

1. **“Request for information“**: Argumentationen beziehen sich auf gegebene oder fehlende Informationen.
2. **“Inference“**: Argumentationen beruhen auf kausalen Zusammenhängen oder Schlussfolgerungen.
3. **“Expert Opinion“**: Argumentationen beruhen auf der Aussage von Autoritäten oder Experten.
4. **“Analogy“**: Ein Fall wird in Analogie zu einem anderen gesehen.

Die Argumentationsmuster legen damit die epistemischen Kriterien offen, mit denen die Schüler Wissen generieren sowie das Wissen anderer Personen hinterfragen und erlauben eine tiefergehende Analyse (Konstatinidou & Macagno, 2013). Des Weiteren können sie dazu dienen, den argumentativen Diskurs im Unterricht zu fördern, da den Schülern Beispiele für Argumentationen genannt werden können (Duschl, 2007). Diese sind konkreter als nur die wenigen Kategorien, die das TAP vorgibt. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der Frage, welche sprachlichen Elemente in einer Disziplin als Daten, Schlussregel oder Stützung gelten, da diese jeweils von dem Bereich, in dem argumentiert wird, abhängen (vgl. *field-dependence*, Toulmin, 1958).

Trotzdem stellt sich auch hier das Problem der Auswertung. Kienpointner (1992) weist darauf hin, dass auch die Argumentationsmuster zwar in sich schlüssig sein können, aber keineswegs plausibel sein müssen, weshalb die oben bereits beschriebenen kritischen Fragen (z. B. Walton, 2005) als Analyseinstrument vorgeschlagen werden (Nussbaum, 2011).

Diese sind zwar allgemein formuliert, müssen jedoch für den jeweiligen Kontext angepasst werden, weshalb im Weiteren geklärt werden soll, inwiefern die Argumentationen vom jeweiligen Kontext abhängen.

1.1.3. Kontextabhängigkeit von Argumentationen

Auch das Toulmin-Schema zeigt über die *field-dependence* Unterschiede zwischen verschiedenen Bereichen der Argumentation an. Insbesondere zeigen sich solche Unterschiede bei den Argumentationsmustern, die sich nach dem Kontext, in dem argumentiert wird, in ihrer Anwendung und Frequenz unterscheiden (z. B. Jurisprudenz, Religion; Benoit & Lindsey, 1987 zit. n. Kienpointner, 1992).

Natürlich ist diese Trennung nicht immer eindeutig. Im Besonderen für *socioscientific issues* (s. o.) sind neben fachspezifischen Argumenten (z. B. empirische Daten) auch ethische oder religiöse Gründe entscheidend, da sie soziale Richtlinien für Entscheidungen vorgeben (Sadler & Donnelly, 2006; Sadler & Zeidler, 2005a,b;). Entsprechend verschwimmen die Grenzen von Argumentation in den Natur- und Geisteswissenschaften. Gleichwohl werden Argumentationen und entsprechend die Argumentationsfähigkeit über den Kontext beeinflusst. Dies zeigt Iordanou (2010) in einer experimentellen Studie. Unter Verwendung eines allgemeinen Modells von Argumentationsfähigkeit zeigt sich, dass sich diese Fähigkeit über Fächergrenzen hinweg unterscheidet, aber auch entwickeln lässt. Die genannte Studie belegt, dass sich die Argumentationsfähigkeit von Probanden zwischen sozialen und naturwissenschaftlichen Themen unterscheidet. Gleichzeitig fördert ein Training im sozialen oder naturwissenschaftlichen Bereich die Fähigkeit im jeweils anderen (Iordanou, 2010).

Außer dem Kontext wurden auch das Fachwissen (z. B. Sadler & Donnelly, 2006), der Entwicklungsstand epistemologischer Überzeugungen (z. B. Kuhn, 1991; Nussbaum et al., 2008) und das Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften (Khisfe, 2012) als Einflussfaktoren auf die Argumentationsfähigkeit identifiziert. Für das ethische Argumentieren stellt daneben auch das Werteverständnis einen Einflussfaktor dar (Sadler & Donnelly, 2006; Sadler & Zeidler, 2005a).

Die genannten Einflussfaktoren können erklären, warum sich die Argumentationsfähigkeit in bestimmten Kontexten unterscheidet. Um in der vorliegenden Untersuchung den Einfluss des Kontextes auf die Argumentationen zu analysieren, wird als fachspezifisch biologischer Hintergrund die Evolutionstheorie gewählt. Demgegenüber gestellt werden für die vorliegende Untersuchung Argumentationen zu den Schöpfungserzählungen – als fachspezifisch theologischer Inhaltsbereich. Diese beiden Bereiche bieten sich insbesondere an, da ihr Verhältnis für viele Schüler einen strittigen Lerngegenstand darstellt

(vgl. Hermann, 2008). Im Folgenden soll daher zunächst der fachliche Hintergrund für die Evolutionstheorie geklärt werden. Im nächsten Schritt wird dann auf das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung als fächerübergreifender Diskussionsgegenstand eingegangen.

1.2. Lerngegenstand Evolutionstheorie und Argumentation

Die Evolutionstheorie besitzt aufgrund ihrer zentralen Stellung in der Biologie auch eine entsprechende Bedeutung für den Biologieunterricht. In Bezug auf die Fachwissenschaft hat dies Dobzansky konkretisiert, indem er festhielt: "Nothing in biology makes sense except in the light of evolution" (Dobzansky, 1973). In Bezug auf den Lerngegenstand werden allerdings vielfach Verständnisprobleme bei Schülern berichtet (z. B. Smith 2010a). Thagard und Findlay (2010) verweisen auf zwei möglich Ursachen: Erstens integriert sie mehrere Theorien und beruht auf vielen einzelnen Hypothesen, weshalb sie sehr komplex ist, und zweitens ist sie kontraintuitiv in Bezug auf die fachlichen Erklärungen für stammesgeschichtliche Anpassungsprozesse. Dies erklärt sich unter anderem damit, dass sie den intuitiven Vorstellungen einer aktiven Einflussnahme auf die Entwicklung widerspricht. Des Weiteren kann die Evolutionstheorie insbesondere religiösen Einstellungen widersprechen (z. B. Wiles & Alters, 2011; Allmon, 2011). Da das fachliche Verständnis an sich aber entscheidend ist, um überhaupt die Möglichkeit zu haben, eine Argumentation zu generieren (s. o.), soll hier im Sinne einer didaktischen Strukturierung (Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek, 1997) zunächst ein Überblick über das fachwissenschaftliche Modell der Evolutionstheorie und die entsprechenden Schülervorstellungen gegeben werden. Im Anschluss wird gezeigt, wie in argumentativen Ansätzen mit den alternativen Schülervorstellungen umgegangen werden kann.

1.2.1. Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie

Nach Kutschera (2009) kann nicht von „der Evolutionstheorie“ (S. 305; Hervorhebung im Original) gesprochen werden, sondern von einer Verbindung mehrerer Theorien aus verschiedenen biologischen und naturwissenschaftlichen Fachrichtungen, die auf die einheitliche Theorie hinauslaufen. Dies zeigt sich im Begriff der *synthetischen Evolutionstheorie*. Sie geht auf die Arbeiten von Dobzansky (1937), Mayr (1942), Huxley (1942), Simpson (1944) und Stebbins (1950) (zit. n. Ayala & Fitch, 1997) sowie Rensch (1947) (zit. n. Kutschera, 2006, S. 62) zurück und verbindet vor allem Darwins Entdeckungen zur natürlichen Selektion mit dem Wissen über die Genetik. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Hauptaussagen der synthetischen Evolutionstheorie, wobei die Entwicklung der Theorie noch nicht abgeschlossen ist, sondern z. B. über eine Erweiterung um die Triebkräfte der Makroevolution gestritten wird (z. B. Kutschera, 2011).

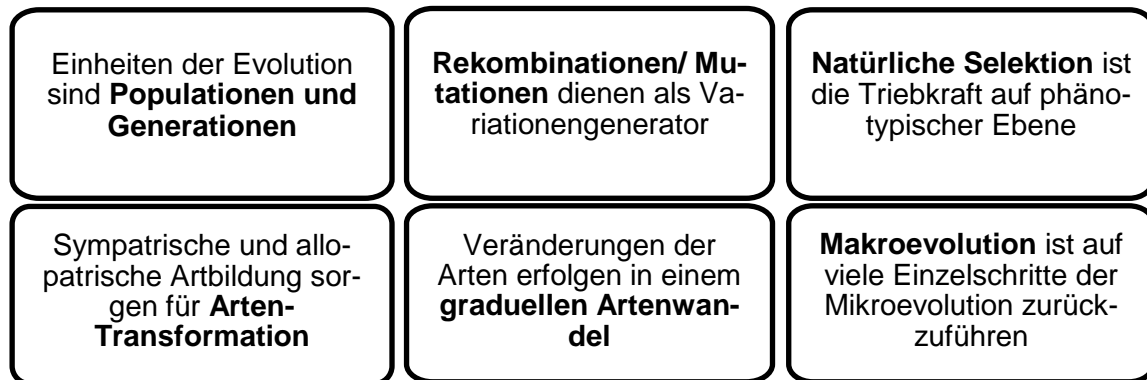


Abbildung 2: Elemente der synthetischen Evolutionstheorie in Anlehnung an Kutschera (2006). Die Synthese ist offen gegenüber Erweiterungen aus anderen Fachrichtungen. So schlagen Kutschera und Niklas (2004) u. a. die Berücksichtigung der Geologie, Paläobiologie, Ethologie, Soziobiologie, Entwicklungsbiologie, Zellbiologie, Physiologie, Molekularbiologie, experimentellen Biologie und Informatik (Computersimulationen) vor.

Die Schülervorstellungen, die als einzelne *Begriffe*, zusammenhängende *Konzepte*, *Denkfiguren* oder ganze *Theorien* formuliert werden (Gropengießer, 2001), unterscheiden sich teilweise substantiell von den fachwissenschaftlichen Entsprechungen. Dabei können diese Vorstellungen nicht das *Verständnis für die Evolutionstheorie* selbst, sondern auch das *Verständnis für die Nature of Science* betreffen (vgl. zsf. Smith, 2010b). Das Verständnis für die *Nature of Science* betrifft beispielsweise das Verständnis für den Erkenntnisprozess in den Naturwissenschaften, der vom kritischen Diskurs geprägt ist (s. Kap. 1.1.2.). Aus diesem Grund sind sie auch für die Argumentation entscheidend. Abbildung 2 verdeutlicht die Komplexität der Evolutionstheorie und damit die Herausforderungen für Schüler, denen sich der Schulunterricht stellen muss. Zwischen den einzelnen Elementen liegen „konzeptuelle Grenzen“ (Zabel & Gropengießer, 2011, S. 145), die zu einem fachwissenschaftlichen Verständnis der Evolutionstheorie von den Schülern notwendigerweise überwunden werden müssen. Abbildung 3 gibt Beispiele für die verschiedenen Schülervorstellungen zum Thema der Evolutionstheorie.

Als problematisch für die Verständnissentwicklung zeigen sich insbesondere Vorstellungen, die ihren Ursprung in religiösen Einstellungen haben (Alters & Nelson, 2002; Smith, 2010b), da sich diese nachteilig auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie auswirken. Unter Akzeptanz versteht man die Einschätzung der Gültigkeit eines Konstrukts auf Basis des eigenen Wissens, wobei sie die Voraussetzung für ein tiefergehendes Verständnis der Evolutionstheorie stellt (z. B. Smith & Siegel, 2004; Allmon, 2011)⁵. Eine reine Vermittlung von Fachwissen führt aber nicht automatisch zur Akzeptanz bzw. zu einem bes-

⁵ Der Begriff der Akzeptanz wird in der aktuellen Forschung diskutiert (vgl. Konnemann, Asshoff & Hammann, 2012). Wenn hier von Akzeptanz gesprochen wird, bezieht sich dies auf Rutledge und Warden (1999), wonach die Akzeptanz die Vorstellungen zur wissenschaftlichen Validität der Evolutionstheorie, zu den Möglichkeiten mit ihr evolutionäre Phänomene zu erklären und zu ihrer Akzeptanz innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft betrifft.

seren konzeptuellen Verständnis der Evolutionstheorie (z. B. Lovely & Kondrick, 2008). Religiosität wird gegenüber *wissenschaftlichen* Gründen (Wiles & Alters, 2011), wie beispielsweise mangelndem konzeptuellen Verständnis, unter den *nicht-wissenschaftlichen Gründen* für eine Ablehnung der Evolutionstheorie als der dominante Faktor angesehen (z. B. Evans, 2001; Großschedl, Konnemann, & Basel, 2014). Nehm, Kim, & Sheppard, 2009; Trani, 2004).

Dies liegt darin begründet, dass aus einer religiösen Motivation alternative Vorstellungen zur Entwicklung der Lebewesen auf der Erde akzeptiert und verbreitet werden. Dazu gehört beispielsweise die Vorstellung, dass die Erde für eine evolutionäre Entwicklung zu jung sei (z. B. Alters & Nelson, 2002). Anhänger dieser Form des „junge Erde Kreationismus“ lehnen genauso wie „alte Erde Kreationisten“, Anhänger der „Schöpfungswissenschaft“ und des „Intelligent Design“ die Evolutionstheorie als Gesamtkonstrukt ab. Letztere reklamieren jedoch für sich eine alternative wissenschaftliche Theorie zu haben, die von der Bibel unabhängig sei (Kattmann, 2008). Damit haben diese Einstellungen zur Evolutionstheorie auch einen massiven Einfluss auf das Verständnis der Evolutionstheorie und erschweren einen Konzeptwechsel. Unter Konzeptwechsel wird in der vorliegenden Studie der *conceptual change*, der Wandel von alternativen Vorstellungen zu den fachlich anerkannten Vorstellungen verstanden (z. B. Chi, 2005; Limón, 2001).

Beispiele für Schülervorstellungen	
Fachliches Verständnis	Verständnis NOS
<ul style="list-style-type: none">• Mutation sind immer schädlich (z. B. Alters & Nelson, 2002)• Evolution beruht auf den Bedürfnissen des Organismus (z. B. Alters & Nelson, 2002)• Es gibt keine intraspezifische Variation (z. B. Andersson & Wallinn, 2006)• Evolution benötigt dramatische Klimaveränderungen (Nehm & Reilly, 2007)• Die Umwelt sorgt für die Anpassung der Populationen (z. B. Alters & Nelson, 2002)• Anpassung erfolgt durch gezieltes adaptives Handeln (Baalman et al., 2004)• Anpassungen erfolgen durch absichtsvolle genetische Transformation durch das Individuum (Baalman et al., 2004)• Zufall kann nicht die Ursache komplexer Entwicklung sein (Nehm & Schonfeld, 2007)	<ul style="list-style-type: none">• Evolution ist nur eine Theorie, basierend auf Spekulationen, nicht auf Fakten (Alters & Nelson, 2002)• Evolution kann nicht beobachtet oder widerlegt werden (Nehm & Schonfeld, 2007)• Naturwissenschaften sind objektiv und naturwissenschaftliche Erkenntnisse verändern sich nicht (Anderson, 2007)• Ist ein einzelner Aspekt einer Theorie schwach, so gilt sie als vollständig widerlegt (Anderson, 2007)• Evolution beruht auf einem atheistischen Glauben (Anderson, 2007)• Naturwissenschaftliches Wissen ist wahr und sicher (Alters & Nelson, 2002)• Theorien werden zu Fakten, wenn sie ausreichend belegt sind (Nehm & Schonfeld, 2007)

Abbildung 3: Beispiele für Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie. Auf eine genauere Unterscheidung nach *Begriffen*, *Konzepten*, *Denkfiguren* und *Theorien* (Gropengießer, 2001) wird hier der Übersicht halber verzichtet. Zusammenfassung ergänzt nach Smith (2010b, S. 552).

1.2.2. Konzeptwechsel zur Evolution durch dialektale Argumentation

Wie bereits für die Naturwissenschaften gezeigt, haben argumentative Tätigkeiten einen positiven Effekt auf das Lernen (z. B. Asterhan & Schwarz, 2007). Das Argumentieren sorgt insbesondere dafür, das eigene Verständnis zu hinterfragen und kann damit einen Konzeptwechsel positiv beeinflussen (z. B. Nussbaum & Sinatra, 2003). Argumentative Tätigkeiten werden daher als zentrale Methoden für den Unterricht angesehen (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Zu unterscheiden sind diesbezüglich monologisches (rhetorisches), dialogisches und dialektales Argumentieren. Beim monologischen Argumentieren geht es um das Argumentieren gegenüber einer Zuhörerschaft (Billig, 1996, zit. n. Khine, 2012), wohingegen bei dialogischem Argumentieren eine direkte soziale Interaktion mit einem Gegenüber erfolgt (z. B. Leitão, 2000)⁶. Als Form von dialogischer Argumentation liegt bei der *dialektalen* Argumentation eine Strittigkeit vor, die eine Diskussion notwendig macht (Blair & Johnson, 1987; van Eemeren & Grootendorst, 2004). Dies kann insbesondere für das Lernen genutzt werden, sofern durch Auslösung eines kognitiven Konflikts das Wissen hinterfragt wird (Limón, 2001). Als besonders förderlich für das konzeptuelle Lernen gilt dabei, wenn im Rahmen einer Argumentation zwei konträre – und fachlich inkonsistente – Behauptungen diskutiert und von den Opponenten hinterfragt werden. Schwarz und Kollegen (2000) beschrieben dies als das *Two-wrongs-may-make-a-right* Phänomen. Es konnte unter anderem für die dialektale Argumentation nachgewiesen werden, da sich dadurch das Verständnis der natürlichen Selektion verbessern ließ (Asterhan & Schwarz, 2007). Entsprechend wird auch vorgeschlagen, Fehlvorstellungen die auf kreationistischen Ansätzen beruhen, mithilfe von Argumentation und Diskussionsansätzen zu behandeln, da diese einen sozio-kognitiven Konflikt in einer Gruppe auslösen und damit einen konzeptuellen Wechsel fördern (Foster, 2012).

Das Problem hierbei besteht jedoch darin, dass die Debatte um die Evolutionstheorie häufig emotional aufgeladen ist (Hermann, 2008). Dies hängt nicht zuletzt mit der medialen Präsenz des Kreationismus z. B. in sozialen Netzwerken zusammen. Soll eine dialektale Argumentation erfolgreich sein, darf sie nicht nur im Sinne einer Debatte, die gewonnen werden muss, geführt werden, sondern muss als kritischer Diskurs gestaltet werden (Asterhan, Schwarz, & Butler, 2009). Um dies zu ermöglichen, braucht es zunächst Verständnis dafür, wie Evolution und Schöpfung von Schülern als Gesamtkonstrukt gesehen werden.

⁶ Nicht alle argumentativen Ansätze vertreten die Ansicht, dass es sich bei der monologischen Argumentation um Argumentation im eigentlichen Sinne handelt, da der Dialogpartner fehlt (vgl. v. Eemeren et al., 1996). Wenn hier von Argumentation gesprochen, bezieht es sich auf die Definition von Schwarz (2003), wonach bereits das mentale Abwägen von Argumenten einen Argumentationsprozess darstellt.

1.3. Evolution und Schöpfung als *controversial issue*

Sowohl religionspädagogische wie auch biologiedidaktische Ansätze werden nicht müde zu betonen, dass es keinen Konflikt zwischen Naturwissenschaft und Religion sowie keinen unauflösbaren Widerspruch zwischen der modernen synthetischen Evolutionstheorie und biblischen Schöpfungserzählungen geben muss (z. B. Bayrhuber, 2009; EKD, 2008). Wie die Forschung zu Schülervorstellungen zur Evolution gezeigt hat, zeichnet sich in der Schule ein anderes Bild ab. Aus dem Alltag bringen Schüler Erfahrungen und Vorstellungen mit in den Unterricht, die einen Konflikt hervorrufen und sich nur schwer auflösen lassen (z. B. Blancke, Boudry, Braeckman, De Smedt, & De Cruz, 2011). Um das Potential argumentativer Ansätze zum Konzeptwechsel zu nutzen, muss zunächst geklärt werden, was aus theologischer Sicht unter den Schöpfungserzählungen zu verstehen ist, welche Vorstellungen zum Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen bestehen und welche Implikationen diese Vorstellungen für das Lernen mit sich bringen. Zuletzt muss geklärt werden, wie die unterschiedlichen Vorstellungen für eine Beschreibung von Argumentationsfähigkeit genutzt werden können.

1.3.1. Die Schöpfungserzählung(en) aus theologischer Sicht

Alle Religionen zeichnen sich nach Reiss (2008) durch verschiedene Gemeinsamkeiten aus, die er in Anlehnung an Smart (1989, zit. n. Reiss, 2008) und Hinnels (1991, zit. n. Reiss, 2008) in verschiedene Bereiche (*dimensions*) unterteilt: Handlungen und Rituale (*practical and ritual dimension*), Erfahrungen und Emotionen (*experiential and emotional dimension*), eine Glaubenslehre und Philosophie (*doctrinal and philosophical dimension*), ethische und rechtliche Vorgaben (*ethical and legal dimension*), soziale und institutionelle (*social and institutional dimension*) sowie materielle Aspekte (*material dimension*) und narrative bzw. mythische Komponenten (*narrative or mythic dimension*). Diese letzten lassen Freiraum für die Interpretation, was ein wortwörtliches oder symbolisches Verständnis heiliger Schriften wie der Bibel ermöglicht (vgl. Reiss, 2008).

Verschiedene Religionen finden in ihren jeweiligen Schöpfungsmythen unterschiedliche Antworten auf die Frage nach dem Ursprung der Welt. Es sei hier z. B. auf den babylonischen Schöpfungsmythos *Enuma Elisch* verwiesen. Die Basis der jüdisch-christlichen Glaubensrichtungen sind die beiden Erzählungen im 1. Buch Mose (1. Mose 1,2), die inhaltlich nicht deckungsgleich sind und vermutlich auch in der Bibel nicht in der chronologischen Reihenfolge ihrer Entstehung stehen. Die erste Schöpfungsgeschichte umfasst die Schöpfung *ex nihilo* in sechs Tagen, im Rahmen derer durch Gott Licht (1. Tag), Himmel (2. Tag), Meer und Erde (3. Tag), Gestirne (4. Tag), Wasserlebewesen und Vögel (5. Tag) sowie Landtiere und der Mensch (6. Tag) geschaffen werden (vgl.

Bail et al., 2007). Diese Schöpfungsgeschichte entstand vermutlich zur Zeit des babylonischen Exils im Zeitrahmen von 586-536 v. Chr und wird als Teil der Priesterschrift interpretiert (Schröder, 2011, S. 82). Älter ist vermutlich die zweite Schöpfungsgeschichte, in der die Schöpfung Adams (aus Lehm), das Einsetzen Adams in das Paradies, die Schöpfung der Tiere und schlussendlich die Schöpfung Evas aus der Rippe Adams durch Gott beschrieben wird. Die zweite Schöpfungsgeschichte rückt weniger die auf lebensweltlichen Erfahrungen beruhenden kosmologischen, wie in der ersten Schöpfungserzählung, als vielmehr sozialen Erklärungsinteressen in den Vordergrund (vgl. Schröder, 2011, S. 83).

Auch wenn die Autorenschaft und die historische Einbindung teilweise umstritten sind, ist sich die theologische Forschung darüber einig, dass es in diesen Erzählungen nicht etwa um eine Art der Geschichtsschreibung oder einen naturwissenschaftlichen Bericht geht (vgl. z. B. Ockert, 1965, Thaidigsmann, 2013), sondern immer um die „Grundfragen des Menschseins“ (Crüsemann & Ebach, 2007, S. 30) und um die Frage, „was es mit der Welt und [den Menschen] selbst auf sich hat[, weshalb die Schöpfungsmythen] immer primär gegenwartsbezogen [...]“ (Schröder, 2011, S. 82) sind. Entsprechend sind sie nicht als einmaliger Schöpfungsakt zu verstehen, denn

„[wenn] das Christentum von „Schöpfung“ spricht, meint es [...] mehr als ein einmaliges Ereignis, nämlich eine andauernde oder fortgesetzte „Schöpfung“ (creatio continua): Gott schafft die Welt nicht nur voraussetzungslos an einem gedachten Anfang, sondern erhält sie ebenso in jedem Augenblick ihres Bestehens“ (Brunner, Kießig & Rothgangel, 2010, S. 86).

Dies ist aber nicht im Sinne eines intelligenten Designs zu verstehen, sondern so, dass – theologisch betrachtet – der Wille Gottes „durch die natürlichen Zusammenhänge von Ursache und Wirkung“ geschieht (Hemminger, 2007a).

Es lässt sich also festhalten, dass die Schöpfungserzählung damit nicht den Bereich der materiellen Entstehung und Entwicklung der Welt betrifft, sondern sich auf den Sinn, der hinter dem Schöpfungsakt steht, bezieht (vgl. z. B. Zenger, 1996; Küng, 2005).

1.3.2. Modelle zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion

Auch wenn sich zeigt, dass sich ein Schöpfungsglaube und die Evolutionstheorie bzw. eine religiöse und eine naturwissenschaftliche Sichtweise auf die Weltentstehung nicht widersprechen müssen, existiert keine eindeutige Sichtweise über das Verhältnis von Religion und Naturwissenschaft. Diese hat sich über die Jahrhunderte verändert und entwickelt (vgl. Brooke, 1991; Al-Hayani, 2005; Szerszynski, 2005, zit. nach Reiss, 2009).

Barbour (1990) führt die verschiedenen Vorstellungen zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion auf vier Grundmodelle zurück: das *Konflikt*-, das *Unabhängigkeits*-, das *Dialog*- und das *Integrationsmodell*. Diese stellen die Grundlage für die meisten Weiterentwicklungen und Ausdifferenzierungen der Modelle unter Berücksichtigung der Verständnisschwierigkeiten von Schülern (z. B. Rothgangel, 1999; Yasri & Mancy, 2014) oder der genaueren Betrachtung des Verhältnisses von Evolution und Schöpfung dar (Hokayem & BouJaoude, 2008; Brem, Ranney, & Schindel, 2003). Der Entwicklungsprozess vom *Konflikt*- bis hin zum *Integrationsmodell* repräsentiert zwar eine immer stärkere Verbindung zwischen Naturwissenschaft und Religion, ist jedoch nicht als Lernziel zu interpretieren.

Im *Konfliktmodell* werden Naturwissenschaft und Religion als unvereinbare Gegensätze gesehen. Szientistische Vorstellungen von Seiten der Naturwissenschaften stehen kreationistischen Vorstellungen auf Seiten der Religion gegenüber (Yasri & Mancy, 2014). Dies führt dazu, dass entweder Religion oder Naturwissenschaft bevorzugt werden (Taber, Billingsley, Riga, & Newdick, 2011).

Beim *Unabhängigkeitsmodell* wird davon ausgegangen, dass Naturwissenschaft und Religion sich mit unterschiedlichen Fragen beschäftigen bzw. eine unterschiedliche Sprache verwenden, sich unterschiedlicher Methoden bedienen (vgl. Barbour, 1990), unterschiedliche Lehrautoritäten, sogenannte „non-overlapping magisteria“ (Gould, 1999) besitzen, damit unterschiedliche Wissensbereiche bzw. Realitäten betreffen (Reiss, 2008) und daher nicht im Konflikt stehen können (Alexander, 2007).

Überschneidungen in den Wissensbereichen von Naturwissenschaft und Religion versuchen Vorstellungen, die Barbour schließlich als *Dialog*- sowie *Integrationsmodelle* zusammenfasst, zu berücksichtigen. Sie beschäftigen sich mit Fragen nach dem Zufall oder der Frage danach, was vor dem Urknall war und ob es ein Ziel gibt (vgl. Brummer et al., 2010). In *Dialog*- bzw. Komplementaritätsmodellen (z. B. Alexander, 2007) wird aufgrund der Überschneidung von Fragestellungen und methodischen Überschneidungen davon ausgegangen, dass es Grenzbereiche gibt, die von beiden Wissenschaften behandelt werden können (vgl. Barbour, 1990). Im Unterschied zum Unabhängigkeitsmodell steht hier aber die gleiche Realität im Fokus, jedoch aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet (Yasri & Mancy, 2014).

Schlussendlich wird im *Integrationsmodell* davon ausgegangen, dass es einen großen Überschneidungsbereich zwischen Naturwissenschaft und Religion gibt. In dieser Vorstellung betreffen Naturwissenschaft und Religion die gleichen Bereiche der Realität und auch die identischen Wissensbereiche, so dass religiöse mit naturwissenschaftlichen Erklärungen und umgekehrt verzahnt werden (Barbour, 1990; Yasri & Mancy, 2014).

Auch wenn sich alle Positionen theoretisch begründen lassen (vgl. Alexander, 2007), zeigt die Vielfalt, dass das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion ein strittiger Lerngegenstand ist. So verstehen zwar Lernende, die eine kreationistische Weltanschauung vertreten und damit einem *Konfliktmodell* anhängen, durchaus die Fakten, die hinter der Evolutionstheorie stehen (Reiss, 2009; Stears, 2012), doch können Schüler, die keinen Konflikt zwischen beiden Positionen sehen, problemloser zum Thema Evolutionstheorie lernen (Yasri & Mancy, 2014). Im Besonderen das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung ist also ein strittiger Lerngegenstand, ein *controversial issue* (Hermann, 2008, 2013): Das Problem des Verhältnisses der beiden Perspektiven hat für Schüler keine eindeutige Lösung, es führte durch die mediale Präsenz von Kreationismus und ID-Anhängern zu hitzigen Debatten und sorgt dafür, dass für viele Schüler auch das Wissen über Evolution nicht unstrittig ist (Hermann, 2008). Somit erfüllt das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung als Lerngegenstand die Kriterien von komplexen Problem- oder Entscheidungsprozessen.

1.3.3. Fächerübergreifende Analyse von Argumentationsfähigkeit

Strittige Probleme und Entscheidungsprozesse erfordern Argumentation und Diskussion, um sie in einen Konsens oder eine Lösung zu überführen (s. 1.1.1). Dabei wird Argumentation als einer der zentralen Aspekte der Grundbildung angesehen (Schwarz & Glassner, 2003). Nach einem sozial-konstruktivistischen Verständnis vom Lernen repräsentiert sie die Co-Konstruktion von Wissen (Driver et al., 2000; Newton, Driver, & Osborne, 1999). Entsprechend wird vorgeschlagen, Fehlvorstellungen bezüglich Evolution und Schöpfung mit diskursiven Ansätzen gegenüberzutreten (s. o.; vgl. Foster, 2012). Als Grundvoraussetzung dafür muss aber überhaupt die Fähigkeit zu argumentieren vorhanden sein.

Unter dem in Kapitel 1.1.3 vorgestellten Hintergrund können für beide Wissensbereiche (Naturwissenschaften und Religion) fachspezifische Argumentationen und eine daran gebundene Argumentationsfähigkeit angenommen werden. Das Problem des Verhältnisses von Naturwissenschaft und Religion ist aus Sicht der Naturwissenschaftsdidaktik zentral, da die Schüler sich durch Argumentation und Diskussion nicht nur naturwissenschaftliches Wissen aneignen, sondern auch über den Erkenntnisprozess selbst Wissen erlangen und damit auch ein vertieftes Verständnis der Natur und der Naturwissenschaften erlangen können (z. B. Jensen & Finley, 1997).

Für den evangelischen Religionsunterricht steht die soziale Interaktion als Kommunizieren und Beurteilen im Vordergrund. Die Schüler sollen „Entscheidungsfragen der eigenen Lebensführung als religiös relevant erkennen und

mithilfe religiöser Argumente bearbeiten“ (Fischer & Elsenblast, 2006, S. 19). Es geht vor allem darum, „Erfahrungen mit Religion zu reflektieren, gewonnene Einstellungen argumentativ zu erklären, zu begründen“ (S. 24) und sich an gesellschaftlichen Debatten beteiligen zu können. Es gilt auch hier, dass sich z. B. für ethische Probleme nicht nur „biblizistische Begründungen“ (Fischer, Gruden, & Imhof, 2007) finden lassen dürfen, sondern das „vernunftbetonte Argumentieren“ (Kruhöffner, 2012) im Religionsunterricht im Vordergrund stehen soll.

Als Besonderheit erfordert das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion als Diskussionsgegenstand, dass naturwissenschaftliches gegenüber religiösem bzw. theologischem Wissen – argumentativ – abgewogen werden muss (vgl. Reiss, 2008). Beides wird für die Bearbeitung einer Problemstellung, die sowohl Naturwissenschaften als auch die Religion berührt, benötigt (vgl. Reiss, 2009; Bayrhuber, Faber, & Leinfelder, 2011). Entsprechend kann damit auch die Fähigkeit zu argumentieren bezüglich beider Fächer, d. h. hier fächerübergreifend, analysiert werden.

2. Zielsetzung der Arbeit

Argumentieren ist eine der zentralen kommunikativen Tätigkeiten in den Naturwissenschaften (Kuhn, 1993, 2010). Entsprechend soll die Fähigkeit zu argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht vermittelt werden (z. B. Berland & Reiser, 2009; Bricker & Bell, 2008; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2007). Zu unterscheiden sind das rein datenbasierte Argumentieren, das vor allem in fachwissenschaftlichen Kontexten Anwendung findet und das deskriptiv-normative Argumentieren, das bei der Diskussion ethischer Fragestellungen eine Rolle spielt und bei dem neben Daten auch Werte und Normen als Argumente dienen (z. B. Mittelsten Scheid & Hössle, 2008). Repräsentiert wird diese Unterscheidung in den nationalen Bildungsstandards durch die beiden Kompetenzbereiche *Kommunikation* und *Bewertung* in den naturwissenschaftlichen Fächern (KMK 2004a,b,c). Die Fähigkeit zu argumentieren entwickelt sich über Fächergrenzen hinweg und ist u. a. durch epistemologische Überzeugungen (z. B. Nussbaum et al., 2008) und Fachwissen (z. B. Sadler & Donnelly, 2006) abhängig vom Kontext, in dem argumentiert wird. Der für Schüler teilweise entstehende Widerspruch zwischen der Evolutionstheorie und der Schöpfungserzählung als Erklärungsansätze über die Entstehung der Welt weist Merkmale eines *controversial issues* (Hermann, 2008, 2013) auf. Da es bei dieser Problemstellung darum geht, naturwissenschaftliches mit religiösem Wissen in Beziehung zu setzen und gegeneinander abzuwägen (Reiss, 2008), erlaubt sie eine fächerübergreifende Analyse von Argumentationsfähigkeit. Als Modelle zur Analyse des Argumentationsproduktes und des Prozesses in den verschiedenen Domänen stehen das *Toulmin-Argument-Pattern* (z. B. Osborne, Erduran & Simon, 2004) und die *Argumentationsmuster* (Kienpointner, 1992, 1996) sowie das Modell der *argumentation skills* (Kuhn, 1991) zur Verfügung. Durch Nutzung dieser Modelle können Argumentationen produkt- oder prozessorientiert analysiert werden.

Unter Berücksichtigung dieser Voraussetzung war das Ziel dieser Arbeit, Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen zu analysieren und auf deren Basis ein fächerübergreifendes Modell von Argumentationsfähigkeit zu entwickeln. Der Fokus im Sinne des Produktverständnisses von Argumentationen wurde dabei auf die Struktur der Schülerargumentationen, die Verwendung der Argumentationsmuster im Vergleich zu Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen sowie der inhaltliche Vergleich der Argumentationen gelegt. Im Sinne des Prozessverständnis-

ses geht es für die Entwicklung des Modells um die Berücksichtigung von Gegenargumenten im Argumentationsprozess.

In der Teilstudie 1 erfolgte zunächst die Analyse von Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie. In dieser Studie wurden die *Struktur* der Schülerargumentationen unter Verwendung des TAP untersucht sowie die *Muster* identifiziert, die die Schüler beim Argumentieren nutzen. Es ging hier um die Entwicklung der Erhebungsinstrumente zur Analyse von Schülerargumentationen. Unter dem Begriff der *argument complexity* konnten verschiedene Stufen der Struktur des Argumentationsproduktes unterschieden werden.

In den Teilstudien 2 und 3 erfolgte ein formaler Vergleich der Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen. In der Teilstudie 2 wurde die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Argumentationsmuster verglichen, in Teilstudie 3 hingegen wurden die Muster inhaltlich nach Domäne (*Naturwissenschaft/Religion*), Bewertungsrichtung (*positiv/negativ*) und danach, ob es sich um rein *deskriptive* bzw. *deskriptiv-normative* Argumentation handelt, untersucht.

In Teilstudie 4 wurden unter Verwendung des in Teilstudie 1 entwickelten Erhebungsinstruments und unter Verwendung der Ergebnisse der Teilstudien 2 und 3 ein qualitatives Modell von Argumentationsfähigkeit entwickelt. Diese Studie nahm entsprechend die *Struktur* der Argumentationen, die *Qualität der Muster* unter Berücksichtigung von Haltbarkeit und Relevanz der Argumente und die Fähigkeiten im Umgang mit Gegenargumenten (*kritische Reflexion*) als die drei Dimensionen des Modells in den Fokus.

3. Studie 1: Analyse von Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie

In der ersten Teilstudie wird unter Verwendung informeller bzw. alltagslogischer Ansätze (vgl. Kapitel 1.1.2.) die Fähigkeit von Schülern über die Evolutionstheorie zu argumentieren analysiert. Ziel ist es dabei, geeignete Analyseinstrumente zu entwickeln, die auch auf fächerübergreifende Problemstellungen anwendbar sind.

Transkripte problemzentrierter Interviews von Schülern der Sekundarstufe II ($N=10$) zu Vorstellungen über evolutionäre Prozesse der Anpassung wurden unter Verwendung eines qualitativ explorativen Ansatzes analysiert. Die Transkripte entstammen einer Studie von Baalman und Kollegen (2004). Sie wurden genutzt, da sich Schülervorstellungen als Behauptungen, Aussagen oder Sätze auf sprachlicher Ebene manifestieren (ebd.). Die Schüleräußerungen ($n=1100$) in den Interviews wurden im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) zunächst in 1) nicht argumentative Äußerungen und Erklärungen sowie 2) Argumentationen unterteilt. Im folgenden Analyseschritt wurden die Argumentationen auf ihre Komplexität und die von den Schülern verwendeten Muster hin analysiert.

Zu diesem Zweck wurden zwei Kategoriensysteme deduktiv entwickelt: das erste zur Analyse der Komplexität der Argumentationen, basierend auf dem Kategorien von v. Aufschnaiter und Kollegen (2008b) und das zweite zur Analyse der von den Schülern verwendeten Argumentationsmuster basierend auf der Theorie der Alltagslogik von Kienpointner (1992). Die beiden Kategoriensysteme wurden induktiv auf der Basis des analysierten Materials erweitert. Die Interrater-Reliabilität wurde überprüft und zeigte zufriedenstellende Ergebnisse.

In Bezug auf die Komplexität der Argumente nutzten die Schüler hauptsächlich Behauptungen mit einer einzigen Begründung, die entweder Daten (Argumente) oder Schlussregeln umfassen. Im Hinblick auf die Argumentationsmuster bezogen sich die Schüler hauptsächlich auf kausale Schemata, Analogien oder illustrierende Beispiele.

Die Ergebnisse werden im Hinblick auf den Zusammenhang von Argumentationen in Alltagskontexten und fachwissenschaftlichen Kontexten sowie mögliche Implikationen für das Lehren der Evolutionstheorie unter Verwendung argumentativer und diskursiver Aufgaben diskutiert.

Studie 1 wurde veröffentlicht unter:

Basel, N., Harms, U. & Prechtl, H. (2013). Analysis of students' arguments on evolutionary theory. *Journal of Biological Education (JBE)*, 47(4), 192-199. doi:10.1080/00219266.2013.799078

Abstract

A qualitative exploratory study was conducted to reveal students' argumentation skills in the context of the topic of evolution. Transcripts from problem-centered interviews on secondary students' beliefs about evolutionary processes of adaptation were analyzed using a content analysis approach. For this purpose two categorical systems were deductively developed: one addressing the complexity of students' arguments, the other focusing on students' use of argumentation schemes. Subsequently, the categorical systems were inductively elaborated upon the basis of the analysed material showing a satisfactory inter-rater reliability. Regarding the arguments' complexity, students produced mainly single claims or claims with a single justification consisting of either data or warrants. With regard to argumentation schemes students drew their arguments mainly using causal schemes, analogies, or illustrative examples. Results are discussed in light of possible implications for teaching evolutionary theory using classroom argumentation.

Keywords: evolutionary theory, reasoning, argumentation, argumentation schemes

3.1. Introduction

The theory of evolution is supposed to be one of the most important topics in school science biology (e.g., Sadler, 2005). Accordingly, understanding and the ability to communicate the theory of evolution and its underlying biological concepts are important educational objectives. In recent decades many approaches have been developed to enhance instruction on evolutionary theory (for a review see Smith, 2010a). However, research shows that instruction of this topic in particular still struggles with persistent misconceptions (e.g., in biology majors; Nehm & Reilly, 2007) and strong preconceptions (e.g., in students; Kampourakis & Zogza, 2009). Furthermore, evolutionary education is impeded by an increase in creationist beliefs that students bring from everyday life to the science classroom (Blancke et al., 2011). To overcome these learning difficulties, argumentation and classroom discussion have been proposed as crucial methods (e.g., Foster, 2012). Therefore, it is relevant to determine students' argumentation skills when addressing the topic of evolution in biology (Tavares, Jiménez-Aleixandre, & Mortimer, 2010). As a first step we analyzed the complexity of and schemes in students' arguments when reasoning about evolution.

3.1.1. Literature Review

The term argumentation refers to the linguistic process that consists of propositions – the arguments – aiming to generate and justify knowledge claims and beliefs (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000). As this process is essential for scientific inquiry, it should be part of science education (Driver et al., 2000). In addition, another major rationale for the analysis and the advancement of instructional approaches based on argumentation is that these are regarded as beneficial for learning in general (e.g., Osborne, 2010). The importance of argumentation in science and its positive effects on conceptual learning have led to the analogy of perceiving “science as argument” (Kuhn, 2010). These are the reasons why along with other epistemic practices such as explaining, this type of discourse became the focus of research in science education (e.g., Bricker & Bell, 2008).

Thus far research on students' understanding of evolutionary theory has focused more on explanation rather than on argumentation. It has concentrated mainly on either the analysis of students creating teleological, proximate, and even anthropomorphic explanations instead of evolutionarily valid ones or the development of instructional settings to scaffold students' understanding (e.g., Kampourakis & Zogza, 2008, 2009). Although both argumentation and the devising of explanations are epistemic practices which apply the same linguistic media and are causal in nature (Walton, 2006), important differences

exist, as they have different epistemic functions: Science explanations aim to provide a causal account from a subset of descriptions without challenging the explanandum itself, whereas arguments at their core, by contrast, have the function of evaluating the proposed explanations (Osborne & Patterson, 2011). Hence, they range across different levels of scientific inquiry and development of knowledge.

In comparing learning outcomes of the two different epistemic practices with regard to evolutionary theory, the most notable benefit of dialectical argumentation, this being discussing different solutions on one task (Asterhan & Schwarz, 2007), is evident. The engagement in dialectical argumentation in the experimental design of the study by Asterhan and Schwarz (2007) was a predictor of conceptual learning gains, whereas by contrast, consensually developed explanations were not (Asterhan & Schwarz, 2009). Another recent study which offered an approach to the evaluation of argumentation skills in the context of evolution, Tavares and colleagues (2010) analyzed the conceptual knowledge, argumentation practices, and epistemic levels (Kelly & Takao, 2002) students use to establish evolutionary explanations in group discussions. Concerning the argumentation practices, students used “a variety of practices in supporting, evaluating and challenging claims” (Tavares et al., 2010, p. 589). A more detailed exploration of these practices is addressed in the presented study by analyzing the complexity of students’ arguments and their use of argumentation schemes (Walton, 2006). The analysis of complexity is based on Toulmin’s theory of *Informal Reasoning* (Toulmin, 2003). This theory provides a well-elaborated starting point for the analysis of the components of an argument by applying the Toulmin-Argument-Pattern (TAP) that has often been used for the analysis of scientific discourse (e.g., Osborne et al., 2004). Although the use of the TAP yielded elaborated schemes for the analysis of students’ argumentative discourse, they have generally been criticized for two reasons: (1) the components establishing argument complexity according to TAP stay implicit and are not directly expressed by the arguing person, and (2) the categorical elements show ambiguities in scientific contexts (e.g., Duschl, 2007; Nussbaum, 2011).

Therefore, we propose in accordance to Duschl (2007), the use of argumentation schemes as well as the theory of *Presumptive Reasoning* (Walton, 1996) as “a natural entry point for the assessment and development of students’ argumentation strategies” (Duschl, 2007, p. 173). The schemes and the theory of *Presumptive Reasoning* have their origin in the analysis of argumentations in everyday contexts, where arguments can be found that contradict the inferred conclusion so that the reasoning is presumptive in nature (Walton, 1996). Also, these reasoning patterns reflect patterns of reasoning that are typical for scientific argumentation, as for example the *Argument from correlation to*

cause, that is defined by Duschl (2007, p. 169) as “infer a causal connection between two events. Characterized by an inferential leap, based on a natural law, but devoid of any reference to observational evidence.” Focusing on either the argumentative function (Duschl, 2007) or the epistemic function in the justification of knowledge claims (Jiménez-Aleixandre et al., 2000), the model of *Presumptive Reasoning* and similar constructs have been used a number of times.

3.1.2. Objectives

In this exploratory study we want to make a shift from explanation to argumentation and concentrate on students’ argumentation skills in the critical context of evolutionary theory. Based on already existing frameworks we want to develop a coding scheme to identify differences in the complexity of individual arguments as an indicator of the quality of students’ argumentations (e.g., Erduran et al., 2004) and schemes for the analysis of their strategies. Based on these objectives, our research questions were:

1. Which structure do students’ arguments show when students reason about their beliefs and explanations in the context of evolution?
2. Which argumentation strategies do students use when reasoning about particular concepts of evolutionary theory?

3.2. Methods

3.2.1. Sample

To answer these questions and to analyze spontaneously expressed argumentations relating to everyday argumentation, we reanalyzed transcripts of individual problem-centered interviews (Interviews: $N=10$) from past research on students’ beliefs about processes of adaptation (Baalmann et al., 2004). The participating secondary school students were from grades 10 to 13 and from the Oldenburg area, a medium-sized town in Lower Saxony in Germany. Before the interviews, the students (with one exception) had received no explicit instruction on evolutionary theory. During the interviews the interviewer (first author of Baalmann et al., 2004) addressed different aspects of evolutionary processes such as *natural selection*, *adaptation*, *variation*, *struggle for life*, and *survival of the fittest*, which largely represent the core concepts of modern evolutionary theory (see Smith, 2010b, p. 541). The interviewer used standardized guidelines. These consisted of questions and topics outlined during the interviews accompanied by pictures (e.g., of dinosaurs) and texts related to natural selection and genetic mutation. We received the interviews in the form of transcripts from Baalmann.

3.2.2. Data analysis

For transcript analysis we chose a qualitative content analysis approach (Mayring, 2000). The analysis was supported by the current version of the MaxQDA software. Given that in this article we want to concentrate on the analysis of students' argumentations, the analysis of other types of discourse (e.g., descriptions, explanations) will not be mentioned. Our coding scheme was developed deductively by deriving categories from the argumentative theoretical background. In the course of the transcript analysis described below, the categories were adapted inductively, by for example collapsing categories into larger ones and by enlarging the descriptions or the adaptation of the coding rules (for final version's categories, see Table 1 and Table 2).

As *reasoning* is a composition of different activities (e.g., explanation and argumentation, see v. Aufschnaiter et al. 2008b), the argumentative sections in the interviews had to be identified and separated from other types of reasoned discourse. Therefore, in the first step of transcript analysis we discriminated between non-reasoned statements (e.g., observations, descriptions, definitions, enumerations) and explanations as well as arguments. In the second step, to distinguish explanations intuitive in nature (Kampourakis & Zogza, 2008) from argumentative discourse, two requisites were defined to accommodate the necessary distinction between their different epistemic functions: (1) there had to be at least two different and opposing solutions for an assignment that was proposed by the interviewer, or (2) one of the dialog partners expressed a doubt concerning the correctness of the other's proposition. These demands were met when the interviewee:

- expressed a positive or negative standpoint to the one expressed by the interviewer or other sources of knowledge (e.g., the theory of evolution in general, scientific findings),
- justified his/her claims with or without being invited to do so,
- questioned the sources presented during the interview (e.g., a picture with a black and a white peppered moth),
- inferred conclusions from data sources or
- questioned and evaluated his/her own intuitive explanation (for examples, see Table 1).

In these cases, students' argumentative discourse was structured using two categorical systems. The first was developed for the distinction of arguments according to their increasing structural complexity and the second for the evaluation of students' argumentation and reasoning strategies through the analysis of their use of argumentation schemes.

3.2.2.1. *Argument complexity*

The first categorical system addressing the complexity of students' arguments was derived from the coding scheme for scientific discourse developed by v. Aufschnaiter and colleagues (2008b). This scheme is adapted to small group discussions containing several discursive moves, for example, when there is a sequence containing a claim and a counterclaim or when a proponent gives additional justification for another's claims. At the same time, it gives a clear definition for every single element of an argumentation (e.g., a claim, a counterclaim, a fact etc.). For that reason and in accordance to the focus of our study, we used only this part of the coding scheme by v. Aufschnaiter and colleagues that refers to individual rhetorical (monological) arguments and adjusted it for the complexity of individuals' argumentative product (for the schematic differences and examples, see Figure 4).

As applied to our data analysis, in the categorical system for argument complexity, on the lowest level of the scale (*very low complexity*), we defined simple *claims* or *counterclaims* which simply give a solution to a task or express an opinion without justifying it. On the next level, the interviewee provides a single justifying element (*data* or *warrant= single ground*, see Clark & Sampson, 2008) for his/her conclusion (*low complexity*). On the level of *average complexity*, he or she offers *data* to support his/her *conclusion* and justifies using a *warrant* why the *data* supports the *claim* (= *multiple grounds*, see Clark & Sampson, 2008). On the levels of high and very high complexity, the structure of the argument is extended either by a *backing* to support another element of the argument or by a *qualifier*, which in our opinion stands for the consideration of counter-arguments (*high complexity*), or finally by a rebuttal, which aims to refute evidence for the establishment of other claims (Tavares et al., 2010) (*very high complexity*). In contrast to the others, arguments containing rebuttals are at the highest complexity level, as rebuttals have been identified as the central element for challenging opposing claims (e.g., Erduran et al., 2004).

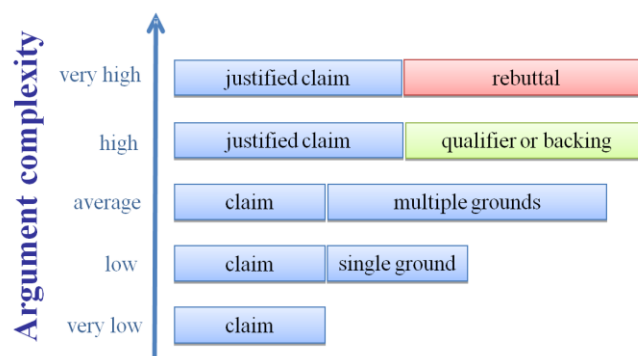


Figure 4: Argument complexity

Table 1: Examples of arguments' structural complexity

	Examples from the interviews: Students' reasoning about ...
Very high complexity (5) Justified claim with rebuttals	<p>... Lamarckian evolution and the adaptive force:</p> <p>"That's a tough question. ----- Hm ---- So, I think what the problem with this is, I do think that organs can be defined by being used. And also can wither from non-use (qualifier). But - a problem with that is - that the whole thing can only take place with certain limitations (claim). So, organs can't appear and can't disappear by being used or not used (warrant), such as muscles, which are also organs. If I'm exercising a lot, they get especially large and defined (data) - but that all the an-lages are all already present, so every muscle that I use is already present in its anlage (rebuttal)."</p>
High complexity (4) Justified claim with quali-fiers or backings	<p>... the future development of the peppered moth's color:</p> <p>"Yes, I would imagine that it develops to a darker shade (claim), because the envi-ronmental living conditions change to become darker. It [the darker one] is now better adapted (data). It is generally like that: If you look at other forms of life, the best or the strongest prevail (backing). And that one is adapted best now. He has thereby become somewhat dominant [...]. And that is why I think that the coming generation is similar to this one here (warrant)."</p>
Average complexity (3) Claim justified by multiple grounds	<p>... the question of whether different snails in a picture belong to the same species:</p> <p>"Basically, yes (claim). [Because] they look totally similar, only the shell colors are different. Also the bodies and stuff are similar, that means the colors [of the shell] (data)– I think if you imagine it as a kind of grapevine snail, it is generally like with humans. With humans you also get a lot of colors ranging from white to yellow. I think it is the same with the grapevine snail or this snail [on the picture], where shell colors range from yellow and black to dark brown and nearly black (warrant)."</p>
Low complexity (2) Claim justified by a single ground	<p>... the offspring's color of a black and a white peppered moth (<i>Biston betular-ia</i>):</p> <p>"Either they're black, white, or they're like greyish, some color in between (claim). With plants for example - don't know what [specifically] we had [in school]-some sort of flowers, which then were red and white and then [after crossing them] something reddish resulted. It could be similar [for the above example] (data)."</p>
Very low complexity (1) Single claim or counter-claim	<p>Example 1 ... the extinction of dinosaurs:</p> <p>"I think dinosaurs died out because of a climatic disaster. I cannot explain it, but I just think so."</p> <p>Example 2 ... the origin of the earth:</p> <p>"Well, I do not really believe in the Big Bang."</p>

3.2.2.2. Argumentation schemes

Using argumentation schemes as a method for the analysis of students' strategies in argumentation, Duschl (2007) described problems with them mostly because of an un-

satisfactory reliability of the categories. For this reason, we decided to combine the schemes of Walton (1996) in the adaptation of Duschl (2007) with the theory of the *Alltagslogik* ("Everyday logic", Kienpointner, 1992) that classifies argumentation schemes according to the use of the warrant. Although there are some differences between Kienpointner's and Walton's theories (Walton, 1996), it was possible to distinguish eight extensive categories (see Table 2).

Table 2: Argumentation Schemes

Scheme	Comment	Examples from the interviews
Causal schemes	Linking cause and effect, consequences or evidence to hypothesis: Here, the moth's characteristics are seen as relevant for the data that it "is more likely to survive".	"If the peppered moth is the same color as these diseased trees, it would have probably not been possible to recognize it anymore [and] it could therefore hide. Therefore, it is more likely to survive."
Argument from example(s)	Examples are used to support a conclusion from another scheme: In the given example the causal conclusion "humans are subject to natural conditions" shall be supported by different examples with a true conclusion: "AIDS or plague".	"Well, ok. But from this point you have difficulty predicting to which extent humans are right when they think they are not subject to natural conditions anymore. [...] I think, they could still be subject to natural conditions. [...] AIDS and the plague are all natural conditions, too [...]."
Argument from analogy	Two cases that can come up from different parts of the reality are said to be similar. The criteria why they are comparable stay implicit.	"I think it is similar to the development of humans. It started with Neanderthals and then continued developing towards the human being. And I think it is the same with them [dinosaurs]. The dinosaurs practically died out, but over time some types developed and became the animals that exist today."
Classifying schemes	Including part-whole and genus-species relations or definitions: In this case, from a probable acceptable definition a conclusion is inferred.	"I think you cannot classify human races, for the reason alone that a race is an intermediate stage between population and species. [...] A race in evolution is a population in which no further exchange of genetic information happens [...]. Hence, I think you cannot apply evolutionary biology to humans, the human race."
Argument from identity	Differences and similarities are used for the comparison of two entities, applying particular criteria: Here, "animals and humans" are compared appealing to "nature and economy" to conclude on the relevance of the struggle for life.	"[The struggle for life plays a different role for human beings]. Well, here, other interests [...] play a larger role with humans [...]. Because with animals it's about nature and about what they are forced to do by nature. And with humans it's about very different things, well, oil and stuff and – yeah – economical things the animals don't know."

Inductive schemes	A generalization is derived from examples: from the examples of “breeds” (example 1) and “different flowers” (example 2) the occurrence of new characteristics is generalized to “happen everywhere” (generalization).	“Actually, [...] if you cross different rabbit breeds or different flowers with different colors or so, then totally new characteristics are created. [...] Actually, that happens everywhere.”
Argument from authority	An appeal to an authority: The warrant behind this schemes is that if it is supported by an authority (books, journals, teachers lessons, etc.), the conclusion is supposed to be right.	“If you look at the human being, race is not an intermediate stage to a new species. The definition of race by the UN also addresses totally different things than [the biological definition of a race].”
Argument against the proposition	Particular criteria, here “adaptation”, are used for the refutation of a certain proposition.	“So, if you hear that [dingoes are the reason for the extinction of the Tasmanian tiger], it sounds very unlikely because this Tasmanian tiger had already lived in Australia for years. So it should generally be better adapted than the dingoes which only got there later and then first had to adapt to the environment. Therefore the whole thing sounds a bit unlikely.”

3.3. Results

The coding scheme was expanded inductively during the analysis and showed a satisfactory inter-rater reliability in the final version (Complexity: 89% consistency, Cohen’s kappa coefficient $\kappa = .82$; Schemes: 90% consistency, Cohen’s kappa coefficient $\kappa = .88$ for two independent and trained raters on one transcript). All problems were resolved through rater discussion. Following our coding scheme, of the 1100 students’ statements in the interviews, 270 statements were identified as argumentative discourse. This corresponds to 24.6% of the statements.

Concerning the arguments’ complexity, examples are presented in table 1. Students produced mainly single claims or counter-claims (*very low complexity*: $n = 68$; 25.2%) and claims with a single justifying ground consisting either of data, warrants, or justifications (*low complexity*: $n = 127$; 47.0%). This means that in nearly half of their argumentative statements, students gave at least a single ground for justifying their claim (see Figure 5). In comparison to the first group more complex argument structures containing multiple grounds (*average complexity*: $n = 46$; 17.0%), with qualifiers and/or backings (*high complexity*: $n = 17$; 6.3%) or rebuttals against the evidence of the sources (*very high complexity*: 4.4%) were rare. Nevertheless, gathering together the arguments with justifying elements (low – very high complexity) students gave justification in more than three-quarters of all argumentative statements.

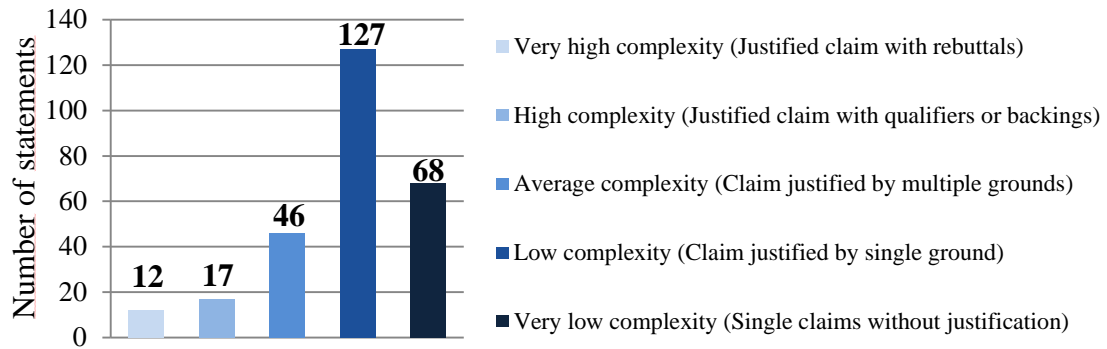


Figure 5: Overview of complexity of students' arguments – Number of statements according to complexity level (total: 270)

For the argumentation schemes, students preferred schemes with a causal relation ($n = 95$, 36,8%), meaning any kind of argumentation scheme connecting a cause to an effect (including e.g., the *Argument from correlation to cause*), arguments from examples that supported the inferred conclusions ($n = 43$, 16.7%) or arguments from analogies ($n = 35$; 13.6%), especially for describing the similarity of two developments (see figure 6). These three categories made up 67.1% of the schemes identified in the interviews. In contrast, the remaining groups of schemes were rare, as the arguments from authority and against the proposition, which just appeared in 12 (4.7 %) and 9 (3.4%) cases, respectively. In addition to these there were cases ($N=66$) where no scheme was identifiable, for example, when students expressed a single conclusion.

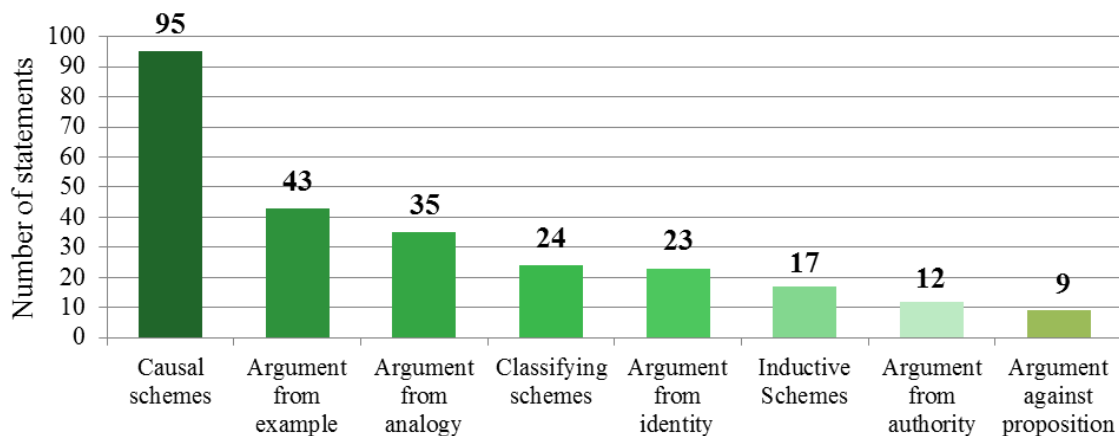


Figure 6: Overview of students' argumentation schemes – Number of statements according to argumentation schemes (total: 258)

3.4. Discussion

In our study, we aimed to analyze students' argumentation skills by identifying the use of argumentation schemes and the complexity of their arguments relating to evolutionary theory. To address our first research question concerning the complexity of students' arguments, we were able to show that they mostly argued at a low level: Although students justified their claims in most of the cases, their arguments were most often constructed with a single justifying element. These results correspond to research on argumentation in scientific contexts showing that students have difficulty justifying their claims and providing reasons why the chosen evidence supports their claim (e.g., Berland & McNeill, 2010). At the same time, although most students in our sample had no explicit instruction in evolutionary theory, a few were able to construct complex arguments; an ability that Tavares and colleagues (2010) also observed when students were asked to provide arguments for evolutionary problems. Regarding the analysis of their argumentation strategies according to our second research question, students first referred to causal schemes, illustrative examples, and analogies to support their claims. These results are in part consistent with the results of Jiménez-Aleixandre and colleagues (2000). In the context of high school genetics they showed that 9th graders use causality and analogies as epistemic operations.

Regarding our aim to develop a coding scheme, we can conclude that as the inter-rater reliability results showed, we succeeded in developing an applicable coding scheme for the analysis of students' arguments. To find further proofs for the validity of our scheme, in following studies we will have to compare its results to other standardized schemes as the one developed by Kuhn (1991). We want to stress that we did not aim to analyze the quality of the evidence given by the students, for which satisfactory instruments for evaluating evidence are already available (see Clark & Sampson, 2008). It is quite clear that because of this restriction, due to the small sample size of the interviewees and the fact that the interviews with regard to their original purpose didn't serve the function of producing argumentative discourse, these findings should not simply be generalized. For this reason we abstained from making an individualized comparison of argumentation skills. Additionally, as we received the interviews in form of transcripts, we had no standardized possibility (e.g., a certain test) to control mediating variables such as scientific knowledge and general language skills.

However, we have to point out that we eliminated all non-argumentative discourse from our analysis and allocated an acceptable sample size of argumentative statements. Hence, the analysis gave us the opportunity to concentrate on abilities and practices in reasoning and arguing. On the one hand, the low complexity of students' arguments was

evident but on the other, the varying uses of argumentation schemes shows that the approach coming from everyday argumentation, suggests that all students seem to have a basic ability in argumentation stemming from everyday life or other scientific contexts (Bricker & Bell 2008; Kuhn, 2010).

3.5. Implications and future directions

Literature on argumentation in the classroom reveals the value of dialectical argumentation. Evolutionary theory offers a lot of opportunities for engaging in this type of discourse due to the topic's complexity and the problems students demonstrate trying to understand it. To develop new learning opportunities, it is first necessary to know what kinds of strategies students use when they use arguments and justify their claims. For the case of evolutionary theory this study showed that students use a variety of elements they have gleaned from argumentation in everyday situations and other scientific contexts, a resource one can use for the development of natural learning opportunities. Secondly, as argumentation skills are assumed to consist of domain-specific and domain-general aspects it is necessary to develop a qualitative model of argumentation skills, which can be used to identify and describe domain-specific as well as general aspects of students' argumentation abilities. For this reason, in future studies, we will try to analyze argumentation skills in different contexts. We will have to control influencing factors in a pretest, for example students' knowledge in the domain in that they are arguing, their general cognitive abilities and general argumentation skills, as well as their epistemic beliefs. Observing these variables, future studies within our research project will compare students' arguments in a scientific as well as in a non-scientific context in order to develop an interdisciplinary valid model of argumentation skills. The theory of evolution was selected as a topic relevant to different school subjects (in our project: biology and religious education) to elicit students' arguments and to compare the argumentation within these two subjects. Primarily, students will be prompted to discuss the theory of evolution in the context of science, and then be asked to discuss the interpretation of Genesis from the bible in the context of religious education. In doing so, we aim to have students examine and discuss in two different contexts – science and religion. Thus, by using our developed coding schemes, we will aim to identify how students' argumentation skills vary depending on the context (e.g., the frequency and the particularities of an argumentation scheme in a scientific context) and to identify which are domain-specific as well as domain-general aspects of these skills with respect to complexity and schemes.

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

In der Teilstudie wurde, wiederum unter Rückgriff auf informelle Ansätze aus der Argumentationsanalyse, das Auftreten spezifischer Argumentationen in Abhängigkeit von der Domäne (Naturwissenschaft oder Religion, vgl. Kapitel 1.2) untersucht. Domänenübergreifend wird das Argumentieren dazu genutzt, um Wissen zu rechtfertigen und Opponenten von der Wahrheit des Wissens zu überzeugen. Es stellt somit eine zentrale Methode bei der Erkenntnisgewinnung und -sicherung dar. Unter Berücksichtigung der Abhängigkeit des Auftretens und der Gültigkeit spezifischer Argumentationen in einer bestimmten Domäne bzw. einem Kontext (*field-dependence* vgl. Kapitel 1.1.) ist zu erwarten, dass Schüler unterschiedliche Argumentationen in den verschiedenen Domänen nutzen.

Zur Analyse dieser Abhängigkeit werden in dieser Studie, unter Rückbezug auf die Argumentationsmuster von Kienpointner (1992, 1996), Argumentationen zur Evolutionstheorie und zur Schöpfungserzählung verglichen. $N=48$ Schüler der Sekundarstufe II erhielten die Aufgabe, entweder aus Sicht eines Biologen für die Akzeptanz der Evolutionstheorie oder aus Sicht eines Theologen für den Glauben an die Schöpfungserzählung zu argumentieren. Über eine qualitative Inhaltsanalyse wurden in den Schülertexten Argumentationsmuster identifiziert und die Häufigkeit ihrer Verwendung entsprechend der Perspektive (Biologe bzw. Theologe), die die Schüler einnahmen, und entsprechend des Inhalts der Argumentation (Evolutionstheorie, Schöpfungserzählung, Mischform) verglichen.

Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede in der Verwendung von illustrativen Beispielmustern, Einordnungs- sowie teleologischen Handlung-Folge-Mustern. Die zunächst rein deskriptiven Daten werden unter ihrer Berücksichtigung für ein normatives Modell von Argumentationsfähigkeit diskutiert.

Studie 2 wurde zur Veröffentlichung eingereicht als:

Basel, N., Weiß, T., Harms, U., Prechtel, H., & Rothgangel, M. (in Überarbeitung).
Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.

Zusammenfassung: Das Argumentieren stellt sowohl in der Domäne der Natur- als auch in der der Geisteswissenschaften eine zentrale Tätigkeit mit dem Ziel der Erkenntnisgewinnung und –sicherung dar. Studien, die sich mit einer wissenschaftlichen Beschreibung und Theoriebildung des Argumentierens befassen, konzentrieren sich jedoch meist auf nur eine dieser beiden Domänen. Um eine domänenübergreifende Beschreibung zu ermöglichen, geht die vorliegende Studie von einem allgemeinen argumentationstheoretischen Ansatz aus, der Theorie der „Alltagslogik“, und setzt sich zum Ziel, die Argumentationen von Schülern in verschiedenen Kontexten (biologisch bzw. theologisch) zu vergleichen. Schüler der Sekundarstufe II (N=48) erhielten dazu die Aufgabe, entweder aus Sicht eines Biologen für die Evolutionstheorie oder aus Sicht eines Theologen für die Schöpfungserzählung zu argumentieren. Über eine qualitative Inhaltsanalyse wurden in den Schülertexten Argumentationsmuster identifiziert und die Häufigkeit ihrer Verwendung entsprechend der Perspektive (Biologe bzw. Theologe), die die Schüler einnahmen, verglichen. Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede in der Verwendung von illustrativen Beispielmustern, Einordnungs- sowie teleologischen Handlungs-Folge-Mustern. Die erfassten Daten sollen für die Entwicklung eines normativen Modells von Argumentationsfähigkeit genutzt werden.

Schlagwörter: Argumentation, Argumentationsmuster, Evolutionstheorie, Schöpfungs-erzählung, Qualitative Inhaltsanalyse

Abstract: Argumentation is a pivotal part of both, sciences and humanities. However, it has so far hardly been studied in educational contexts cross domains. To allow a cross-domain description, we conducted a study comparing students' argumentations in different contexts, based on the general argumentation theory of "Everyday Logic". Students of upper secondary education (N = 48) were given the task either to argue from the standpoint of a biologist for the content evolutionary theory or from the standpoint of a theologian for genesis narrative. Argumentation schemes in students' texts were identified by a qualitative content analysis approach. The frequency of their use according to the perspective that the students were asked to take was compared. Significant differences were found in the use of illustrative example schemes, classifying schemes and teleological schemes. The findings will be used for the development of a normative model of argumentation skills.

Keywords: Argumentation, argumentation schemes, evolutionary theory, genesis narrative, qualitative content analysis

4.1. Einleitung

Der Begriff „Argument“ (lat. *Argumentatio* ‚Beweisführung‘) beschreibt eine sprachliche Handlung, deren Ziel es ist, durch eine begründende Beweisführung Erkenntnisse zu gewinnen und / oder Einstellungsänderungen zu bewirken (Bußmann, 1983, S. 42). Das Argumentieren *a posteriori*, aus der Erfahrung, stellt ein zentrales Element des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses dar. Hier geht es um das explorative bzw. wissensgenetische Argumentieren, somit um den diskursiven Umgang mit Wissensbeständen. Im Rahmen dessen sollen Aussagen über Sachverhalte formal begründet und inhaltlich mithilfe von Geltungsgründen gerechtfertigt werden. Argumentieren wird hierbei als Denk- und Arbeitsweise natur- und geisteswissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und Kommunikation aufgefasst, die im Unterricht als disziplinäre Methodik fachbezogen zu vermitteln und zu fördern ist, zugleich aber als fächerübergreifendes Bildungsziel den Lernenden für unterschiedliche Anwendungskontexte verfügbar gemacht werden muss.

Mit der Einführung der Bildungsstandards für die Fächer Biologie, Chemie und Physik für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004a,b,c) wurde eine Vielfalt von Sprachhandlungen explizit Lernziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts (vgl. Tajmel, 2011). Hierzu zählt auch das Argumentieren, das traditionell als Lerngegenstand dem Bereich der geisteswissenschaftlichen Fächer zuzuordnen ist. Die Fähigkeit zu argumentieren wird so nun zu einem verbindlichen Lernziel nicht nur über Fächer- sondern über Domänengrenzen (Naturwissenschaften vs. Geisteswissenschaften) hinweg. Um diese Fähigkeit im Schulunterricht (1) fachbezogen und ganzheitlich zu fördern und (2) um die Diagnose dieser Fähigkeit zu ermöglichen, ist aus fachdidaktischer Sicht eine Modellierung von Argumentationsfähigkeit, die fachspezifische und fächerübergreifende Aspekte integriert, notwendig. Es fehlen jedoch Ansätze, welche die spezifischen Aspekte der Domänen bzw. Fächer herausarbeiten.

Um einen evidenzbasierten Ausgangspunkt für solche Ansätze herauszuarbeiten, sollen im ersten Schritt des vorliegenden Projektes ausgehend von der Typologie der Alltagslogik (Kienpointner, 1992) fachbezogene Aspekte von Argumentationsfähigkeit identifiziert werden. Die dafür exemplarisch gewählten Schulfächer sind Biologie und ev. Religion. In beiden ist die Frage nach der Entstehung des Lebens zentraler Lerngegenstand, was den direkten Vergleich der Argumentationen zu demselben Thema, aber in unterschiedlichen Kontexten (biologisch bzw. theologisch), ermöglicht. Als fachliche Inhalte wurden für die Studie entsprechend in der Biologie die Evolutionstheorie und in der Religion die Schöpfungserzählung gewählt.

4.2. Theoretischer Hintergrund

4.2.1. Argumentieren als Gegenstand didaktischer Forschung

Allgemein betrachtet besteht die kommunikative Tätigkeit des Argumentierens darin, dass „rechtfertigende und begründende Argumente für (...) Meinungen und Entscheidungen vorgetragen werden“ (Gil, 2005, S. 1). Beim Argumentieren geht es also insbesondere darum, in einem Dialog Lösungen auszuhandeln (Willenberg, Gailberger & Krelle, 2007) und einen Übergang „vom Meinen zum Wissen“ zu ermöglichen (Wohlrapp, 2009). Entsprechend der bisherigen Trennung der fachdidaktischen Forschungsansätze zur Beschreibung dieser Tätigkeit und der Fähigkeiten, die daran gebunden sind, werden die Ansätze der beiden Fächer bzw. Fachdisziplinen im Folgenden zunächst getrennt betrachtet.

In den naturwissenschaftlichen Fächern

In den Naturwissenschaften kommt dem Argumentieren eine doppelte Funktion zu. Zum einen als epistemische Methode zur Wissensgenerierung (Bricker & Bell, 2008) und zum anderen zur Bewertung von gesellschaftlichen Fragestellungen, in denen neben den naturwissenschaftlichen Fakten auch soziale Normen und Werte als Prämissen fungieren (z. B. Mittelsten Scheid & Hössle, 2008). Im Rahmen der fachlich-epistemischen Funktion erfolgt das Rechtfertigen und Begründen von wissensbezogenen Aussagen („justification of knowledge claims“ nach Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007) objektivierend auf der Basis von Fakten (z. B. Osborne, 2010) und spiegelt damit nicht die Subjektivität von „Meinungen und Entscheidungen“ wider. Damit ist eine Abgrenzung zur allgemeineren Definition nach Gil (2005, S. 1) erkennbar. Gleiches gilt für das Bewerten in gesellschaftlich relevanten Anwendungsfragen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, das sich sowohl auf deskriptiv-naturwissenschaftliche als auch auf normative Prämissen stützt, die genauso wenig subjektiv oder beliebig, sondern rational beurteilbar und kollektiv gültig sind (Toulmin, 1975, S. 155f. bzw. Herbig, 1992, 35, zit. bei Mittelsten Scheid & Hössle, 2008, S.148).

Für den Biologieunterricht bedeutet dies, dass die Argumentationsfähigkeit immer aus zwei Blickrichtungen analysiert werden muss: Einerseits aus der fachlich deskriptiven Perspektive, wie sie in das Modell der Kommunikationskompetenz von Kramer (2009) aufgenommen wurde. Andererseits aber auch aus der Perspektive des deskriptiv-normativen Argumentierens, als einer der Aspekte von Bewertungskompetenz (Reitschert et al., 2007; Eggert & Bögeholz, 2006), der auch in die Bildungsstandards für das Fach Biologie Eingang gefunden hat (KMK, 2004a).

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

Fokussiert auf den ersten Aspekt, der Analyse von Argumentationen im Rahmen des naturwissenschaftlichen Argumentierens, finden vor allem formale Analysemodelle Verwendung, die nach der Argumentationsstruktur forschen und dabei vor allem die Argumentation in Kleingruppen untersuchen (z. B. Riemeier et al., 2012). Die Basis für diese Analysen ist das der informellen Logik entnommene Toulmin-Schema (Toulmin, 2003), nach dem Argumentationen in ihre Bestandteile zerlegt werden und anhand ihrer Zusammensetzung ihre Qualität bestimmt wird (Osborne et al., 2004). Eine formal ausgeprägte Argumentationsqualität, gekennzeichnet durch das Auftreten von Gegenbehauptungen und Einwänden in Diskussionen, führt aber nicht zwangsläufig zu einem besseren konzeptuellen Verständnis (v. Aufschnaiter, 2008b), sondern sorgt primär dafür, dass Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Wissen hinterfragen und das anderer evaluieren (Berland & McNeill, 2010).

Die Anwendung des Toulmin-Schemas lässt allerdings die Beantwortung verschiedener Fragen offen: So lassen sich argumentative Äußerungen oft nur schwer in dieses Schema einordnen (Erduran, et al., 2004) oder es einzelne Elemente von Sprechern oft nur implizit verwendet (Duschl, 2007). Daher verlagert sich in den Naturwissenschaften der Fokus bei der Analyse fachspezifischer Argumentationsfähigkeit auf soziale, epistemische (d. h., inwiefern Argumente für eine Konklusion angeführt werden) und konzeptuelle Aspekte wie in dem Analyseschema von Clark und Sampson (2008). Die Bewertung der konzeptuellen Qualität der argumentativen Äußerung wird dabei anhand der Qualität der verwendeten Fakten und Erläuterungen bestimmt.

Die Konzentration auf diese Facetten hat allerdings zur Folge, dass normative Aspekte, die im Rahmen des Argumentierens mit Normen und Werten eine Rolle spielen, nicht erfasst werden können, wie es für die *ethische Argumentation* notwendig wäre. Zur Analyse dieser Fähigkeiten entwickelten Mittelsten Scheid und Hössle (2008) Niveaus von Argumentationen, ausgehend von der Bewertung eines normativen Syllogismus. Damit konnten in einer qualitativen Analyse auf der einen Seite Niveaus auf die Frage hin abgeleitet werden, „inwieweit ein Schüler Wesen und Funktion einzelner Elemente des Syllogismus bestimmt“ (Mittelsten Scheid & Hössle 2008, S. 157), auf der anderen Seite dahingehend „inwieweit die Schüler die Funktion im Gesamtzusammenhang [...] sowie der Struktur der Argumentation reflektieren“ (S. 159).

Aus Sicht der Naturwissenschaften zeigt dieser theoretische Hintergrund mit den verschiedenen Ansätzen zusammenfassend, dass für einen Fächervergleich unterschiedliche Aspekte ausgehend von fachwissenschaftlichem und ethischem Argumentieren berücksichtigt werden müssen.

In den geisteswissenschaftlichen Fächern

Noch stärker als in der didaktischen Forschung in den Naturwissenschaften ist in den geisteswissenschaftlichen Fächern mit Ausnahme der Deutschdidaktik (Winkler, 2003; Krelle & Willenberg, 2008) hinsichtlich der Argumentationstheorie und –praxis ein Forschungsdesiderat festzustellen. Beginnendes fachdidaktisches Interesse lässt sich an der interdisziplinär ausgerichteten Studie „Argumentieren in Schule und Hochschule“ (Grundler & Vogt, 2006) ablesen. Fachdidaktisch orientierte Forschungen, wie im naturwissenschaftlichen Bereich, sind allerdings erst im Entstehen begriffen. In Unterrichtsmodellen mit einem funktional-didaktischem Ansatz werden Diskussion und Argumentation nicht differenziert obwohl Argumentationsfähigkeit als „Baustein einer allgemeinen Gesprächskompetenz“ (Spiegel, 2006, S. 69) angesehen wird.

Im internationalen Zusammenhang ist auf die Studie von Muller Mirza und Peret-Clermont (2009) zu verweisen. Der Sammelband vereinigt – im schulischen Kontext – theoretische Überlegungen mit praktischen Anleitungen, wie beispielsweise der Beitrag von Schwarz (Argumentation and Learning). Die Dissertation von Lam Wai-ip (2011) untersucht argumentative Fähigkeiten bei chinesischen Oberstufenschülern in Gruppendiskussionen und Gottlieb (2001) fragt nach argumentativen Begründungen und Rechtfertigungen für einen religiösen Glauben.

Für den Religionsunterricht wird im deutschsprachigem Raum bisher nur allgemein das kommunikative Element als ein wichtiges, besonderes Element dieses Unterrichts herausgestellt (EKD, 2010, S. 12ff.). So auch in der religionspädagogischen Forschung, in welcher das Thema *Argument, Argumentation, Argumentationsfähigkeit* bisher nicht die entsprechende Beachtung erfährt (Grümme, 2006, S. 131). Es wurde zwar immer wieder darauf verwiesen, dass eine „Theologische Frage- und Argumentationsfähigkeit...“ zu fördern sei (Englert, 2004, S. 9), oder dass der Dialog „die kommunikative Grundform dieses Unterrichts“ ist (Doedens & Weiße, 2007), allerdings wurden Fragen wie z.B. „Was ist ein theologisches Argument?“ oder „Sind Argumentationen an bestimmte fachliche Spezifika gebunden?“ bislang nicht gestellt.

4.2.2. Fachliche Konkretisierung: Forschungshintergrund zum Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung

Entscheidend anders zeigt sich die religionspädagogische Forschung in der Auseinandersetzung mit dem inhaltlichen Thema *Evolution und Schöpfung*. Zwar steht diese Problematik nicht unmittelbar im Zentrum religionspädagogischer Forschung, doch gehören die empirischen Studien zum komplementären Denken (z. B. Fetz, Reich & Valentin, 2001) ebenso wie die Studien zur Verhältnisbestimmung zwischen Theologie

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

und Naturwissenschaft (z. B. Rothgangel, 1999; Hunze, 2007) und die entsprechenden Abschnitte in den Untersuchungen zur Lebensorientierung von Jugendlichen (Feige & Gennerich, 2008, S. 101f. und S. 180f.) dazu. Auch setzen sich religionspädagogische Studien empirisch und systematisch mit kreationistischen und szientistischen Einstellungen von Jugendlichen auseinander (z.B. Rothgangel 2009). Zusammenfassend ist festzuhalten, dass alltags- wie wissenschaftstheoretisch Schöpfung und Evolution (aber auch allgemeiner: Religion und Naturwissenschaften) in der Theologie als zwei mögliche Sichtweisen der Wahrnehmung von Welt verstanden werden, die ganz unterschiedlich aufeinander bezogen werden können. Dies dokumentieren das Konfliktmodell, das Unabhängigkeitsmodell, das Dialog- sowie das Integrationsmodell (dazu Rothgangel, 1999; Yasri & Mancy, 2014). Insgesamt lässt sich als grundlegende und gemeinsame fachwissenschaftliche Aussage festhalten, dass die Schöpfungserzählung nicht den Bereich der materiellen Entstehung und Entwicklung von Welt erfasst, sondern sich auf „den Sinn des Ganzen“ (Zenger, 1996) bezieht. Bei Schülern, zeigen sich diesbezüglich jedoch teilweise nur rudimentär vorhandene Vorstellungen zu Modellen von Welterklärung (z. B. Höger, 2008).

Aus Sicht der Biologie geht es bei der Behandlung des Themenkomplexes *Evolution und Schöpfung* primär um Ansätze, die sich mit Herausforderungen wie dem Kreationismus und dem *Intelligent Design* auseinandersetzen, für die aktuell auch in Europa ein stärkeres Auftreten und damit eine größere Relevanz für den Unterricht konstatiert wird (Blancke et al., 2011). Da sowohl das Fachwissen als auch ein fundiertes Verständnis von *Nature of Science* nicht als eindeutige Voraussetzung für eine Akzeptanz zur Evolutionstheorie identifiziert werden konnten (vgl. zfsd. Konnemann et al., 2012), werden Ansätze befürwortet, die auf das Verhältnis von *Evolution und Schöpfung* fokussieren und damit die Unterschiede von naturwissenschaftlichem und theologischem Wissen herausarbeiten (z. B. Reiss, 2008). Zwar sind Handreichungen zur Vermittlung der Evolutionstheorie für den Unterricht im deutschsprachigen Raum durchaus vorhanden, doch kaum mit Bezug zum Verhältnis von *Evolution und Schöpfung* und den Argumenten, die von Kritikern der Evolutionstheorie hervorgebracht werden (als Ausnahme sei hier auf *Unterricht Biologie*, Heft 333, 4/2008 verwiesen). Primär konzentriert sich die Forschungsliteratur darauf, Gegenargumente auf naturwissenschaftlicher Basis gegen den Kreationismus zu formulieren (z. B. Blancke et al., 2011). Dies geschieht vor dem Hintergrund der Ausprägung des *Intelligent Design*, das Argumente verwendet, die zwar einem naturwissenschaftlichen Schema folgen, aber aus Sicht von Naturwissenschaftlern als „pseudowissenschaftlich“ anzusehen sind (Bayrhuber et al., 2011, S. 232), da hier z. B. Verwechslungen von solchen Evidenzen

vorliegen, die zu einer Hypothese führen und denjenigen, die eine Hypothese plausibel begründen (Fitzhugh, S. 2010). Vor diesem Hintergrund ist eine Unterscheidung zwischen theologischen und naturwissenschaftlichen Argumentationsmustern und ihre Betrachtung im Sinne einer diese Domänen überspannenden Argumentationsfähigkeit als notwendig anzusehen, um zu zeigen, welche Argumente in einem naturwissenschaftlichen Kontext und welche in einem theologischen Kontext von Schülern verwendet werden.

4.2.3. Argumentationstheoretischer Hintergrund – die Typologie von Kienpointner

Aktuelle Ansätze der Argumentationsforschung sind stark von der informellen Logik geprägt. Dialogische Äußerungen werden in beiden Fächern als soziale Handlung betrachtet, in der – im Gegensatz zur formalen Logik - die wesentlichen Prämissen einer Aussage nicht feststehen, sondern nur mit einer relativen Gültigkeit ausgestattet sind und zumindest von den Dialogpartnern geteilt werden sollten (zsf. bei Gromadecki, 2009). Entscheidend ist, dass diese aus der Alltagslogik abgeleiteten Ansätze auch in fachlichen Zusammenhängen zur Anwendung kommen (Nussbaum, 2011). Kienpointner (1992) liefert hierfür eine Systematik sogenannter Argumentationsmuster, mit Hilfe derer sich Argumentationen in sprachlichen Äußerungen typologisieren lassen. Da die Muster vom konkreten Kontext wie z.B. dem fachlich-deskriptiven oder dem normativ-wertenden Zusammenhang, in dem argumentiert wird, abstrahieren, erscheinen sie besonders geeignet, Argumentationen in zwei unterschiedlichen Disziplinen wie der Naturwissenschaft Biologie und der Theologie zu vergleichen und dabei die jeweiligen Besonderheiten zu erarbeiten. Hinzu kommt, dass Kienpointners Theorie der Argumentationsmuster durch die Ableitung von einem Korpus des Gegenwartsdeutschen eine pragmatische Relevanz für den Unterricht aufweist, da sich auch Unterrichtssprache immer aus alltags- und fachsprachlichen Elementen zusammensetzt (z.B. Rincke, 2010). Aus diesem Grund kann die Betrachtung der Argumentation aus der Sicht der Alltagssprache und -logik (Topik) als natürlicher Ansatzpunkt für die Analyse von Schülerargumentationen gesehen werden (Duschl, 2007).

Wie auch die Ansätze zur Analyse von Argumentationen, die auf dem Toulmin-Schema beruhen (Toulmin, 2003), geht Kienpointner von einem formalen, kontextunabhängigen, dreigliedrigen Grundschema aus (Abb. 1): Eine *Schlussregel* erlaubt es, plausibel von einem *Argument* auf eine *Konklusion* zu schließen. Unter einem *Argument* ist in diesem Zusammenhang ein Grund zu verstehen, der für oder gegen die *Konklusion* angeführt wird (vgl. Kienpointner 1996, S. 75). Dabei werden Argumentationen aber nicht nach der

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

formalen Struktur beurteilt, sondern danach, wie die *Schlussregel* verwendet wird, um vom *Argument* auf die *Konklusion* zu schließen.

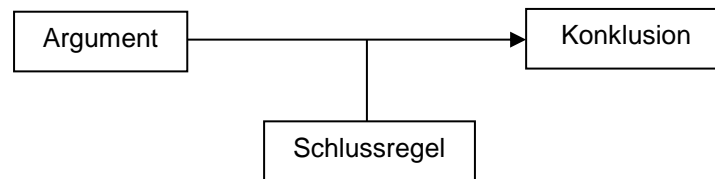


Abbildung 7: Dreigliedriges Grundschema der Argumentation nach Kienpointner

Für seine Typologie greift Kienpointner auf „zeitgenössische Typologien“ (1992, S. 187) zurück und unterscheidet drei Großklassen von Argumentationsmustern.

In der *Großklasse I* (GK I) werden die *schlussregelbenutzenden Argumentationsmuster* zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um Muster, die mit in der „typologischen Tradition [...] erörterten Inhaltsrelationen“ (ebd., 243) gebildet werden. Dazu gehören Ursache-Wirkung-, Vergleichs- und Gegensatzrelationen, Handlung-Folge-Muster sowie Einordnungsmuster von denen ein Definitionsmuster als Beispiel genutzt werden soll:

Formale Darstellung: *Schlussregel:* Was über die Definition ausgesagt wird, wird auch über das Definierte ausgesagt und umgekehrt. *Argument:* X wird über die Definition ausgesagt. *Konklusion:* X wird auch über das Definierte ausgesagt.

Biologisches Beispiel: *Schlussregel:* Wenn Tiere, die sich durch homologe Organe auszeichnen einen gemeinsamen Vorfahren haben, haben auch Menschenaffen, Pferde und Vögel einen gemeinsamen Vorfahren. *Argument:* Tiere, die sich durch homologe Organe auszeichnen (Definition), haben einen gemeinsamen Vorfahren (X). *Konklusion:* Menschenaffen, Pferde und Vögel (Definiertes) haben einen gemeinsamen Vorfahren (X).

Kommentar: In diesem konstruierten Beispiel wird von den Eigenschaften der Tiergruppen, den homologen Organen, auf die Existenz eines gemeinsamen Vorfahren geschlossen. Dabei würde bei einer sprachlichen Realisierung die Schlussregel aufgrund des Ökonomieprinzips von Sprache implizit bleiben und nicht explizit genannt werden.

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

In der *Großklasse II* (GK II) werden *schlussregeletablierende Argumentationsmuster* zusammengefasst. Bei diesen wird von einzelnen Beispielen induktiv auf eine generelle Schlussregel geschlossen, die die eigentliche Konklusion darstellt und im weiteren Argumentationsprozess als Prämisse dienen kann (vgl. Kienpointner 1992, S. 158). Dabei werden in der Alltagsargumentation selten statistisch signifikante Anzahlen von Beispielen genannt, sondern diese Zahl bleibt häufig auf wenige oder gar einzelne Fälle begrenzt, da hier von einem qualitativ begründeten Wahrheitsbegriff ausgegangen wird (vgl. Kienpointner 1996, S. 158):

Formale Darstellung:

Argumente:

In Beispiel 1 kommt X die Eigenschaft Y zu.

In Beispiel 2 kommt X die Eigenschaft Y zu.

In Beispiel n kommt X die Eigenschaft Y zu.

Konklusion (=Schlussregel): Nicht wenigen/zahlreichen/vielen/den meisten X kommt Y zu.

Biologisches Beispiel: *Argumente:* Menschen und Menschenaffen unterscheiden sich (Y) in ihren anatomischen Merkmalen (X), wie der Wirbelsäule (Beispiel 1), die bei Schimpansen fast linear und bei den Menschen doppelt s-förmig ausgebildet ist, in der Länge der Arme, als Anpassung an die Fortbewegungsart (Beispiel 2), und in der Größe des Gehirns (Beispiel 3), das bei Menschen fast dreimal so groß ist.

Konklusion (=Schlussregel): Menschen und Menschenaffen unterscheiden sich (Y) in zahlreichen anatomischen Merkmalen (X).

Kommentar: Durch die Nennung von drei Beispielen wird in diesem konstruierten Fall auf zahlreiche anatomische Unterschiede zwischen Menschen und Menschenaffen geschlossen. Diese Argumentation muss natürlich dahingehend eingeschränkt werden, dass die „zahlreichen“ Beispiele keine exakte Angabe widerspiegeln.

In der *Großklasse III* (GK III) werden schließlich Argumentationsmuster zusammengefasst, die weder Schlussregeln benutzen, noch diese wie in der *Großklasse II* herleiten. Es werden hier drei Subklassen differenziert, die in der Anlehnung an die Tradition der Topik von den übrigen Mustern unterschieden werden können (Kienpointner, 1992, S. 243). Hierzu zählen (1) die illustrativen Beispielmuster, die im Gegensatz zur Etablierung der Schlussregel in der *Großklasse II* diese illustrieren und

auch nicht einfach voraussetzen wie in der *Großklasse I*, (2) die Subklasse der Analogiemuster, bei der eine Analogie zwischen zwei Fällen unterschiedlicher Realitätsbereiche gesehen wird (ebd., S. 244), und (3) die Autoritätsargumentation, im Rahmen derer „bereits existierende Regeln“ (ebd.) bestätigt werden. Für eine Zusammenfassung der Muster, s. Tabelle 3.

4.3. Ziel und Fragestellungen

Vor diesem dargelegten Forschungsstand beider Fächer zieht die vorliegende Studie einen neuen argumentationstheoretischen Ansatz zur Analyse von Schülerargumentationen, die Typologie nach Kienpointner, heran und fokussiert auf die Frage nach der fachbezogenen Verwendung von Argumentationsmustern. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines interdisziplinären Modells von Argumentationsfähigkeit genutzt werden. Ausgehend von der Typologie der Alltagslogik wird den folgenden Fragen nachgegangen:

- 1) Welche Argumentationsmuster lassen sich bei Schülern *fachspezifisch* in den Fächern Biologie und Religion in Bezug auf die Thematik Evolutionstheorie bzw. Schöpfungserzählung identifizieren?
- 2) Welche Argumentationsmuster lassen sich bei Schülern *fächerübergreifend* in den Fächern Biologie und Religion in Bezug auf die Thematik Evolutionstheorie bzw. Schöpfungserzählung identifizieren?

Tabelle 3: Argumentationsmuster nach Kienpointner (1992)

GK	Argumentationsmuster	Definition in Anlehnung an Kienpointner (1992)
I	Einordnungsmuster	Zusammenfassung von Mustern, die auf einer Einordnung von Einheiten, durch <i>Definitionen</i> , <i>Genus-Spezies-</i> oder <i>Ganzes-Teil-Relationen</i> beruhen.
	Vergleichsmuster	Argumentationsmuster bei denen ein Vergleich von <i>Größen</i> vorgenommen wird. Beruhen auf <i>Gleichheits-, Ähnlichkeits-Unterschieds-</i> , bzw. <i>A maiore</i> und <i>A minore</i> – <i>Relationen</i> .
	Gegensatzmuster	Argumentationen beruhen auf <i>Gegensätzen</i> , die z. B. <i>konvers</i> oder <i>inkompatibel</i> geartet sein können und damit vor allem für Einwände dienen.
	Ursache-Wirkungs-Muster	Zusammenfassung von kausalen Mustern, die auf dem Schluss von einer <i>Ursache auf eine Wirkung</i> bzw. umgekehrt von einer eingetretenen <i>Wirkung auf eine Ursache</i> beruhen.
	Handlung-Folge-Muster	Im Gegensatz zu Ursache-Wirkungs-Mustern wird hier von einer <i>Handlung auf eine Folge</i> (bzw. umgekehrt) geschlossen. Dies umfasst u.a. teleologische Erklärungen, die u. a. Motive als Ursachen darstellen.
II	Induktives Beispielmuster	<i>Beispiele</i> werden dazu genutzt, um auf einen allgemeinen Satz (eine Schlussregel) zu schließen und damit <i>induktiv</i> vorzugehen.
III	Illustratives Beispielmuster	Im Gegensatz zum induktiven Beispielmuster wird kein allgemeiner Satz hergeleitet, sondern eine Konklusion mit <i>einem</i> zutreffenden <i>Beispiel illustriert</i> .
	Analogiemuster	Bei <i>Analogien</i> wird eine Gleichheit von zwei Fällen vorausgesetzt, wobei diese unterschiedlichen Realitätsbereichen entspringen (z. B. menschlich vs. nicht-menschlich).
	Autoritäts-muster	Zur Stützung der Konklusion werden unterschiedliche Arten von Autoritäten eingesetzt (z. B. Lehrer, Informationsmedien).

4.4. Methodik

4.4.1. Design, Instrument und Stichprobe

Zur Erfassung der Argumentationsmuster von Schülern zur Evolutionstheorie bzw. zur Schöpfungserzählung wurde ein qualitativ-explorativer Ansatz gewählt. Um Argumentationen von Schülern zu erheben, erhielten diese die Aufgabe, sich in die Rolle eines Biologen oder eines Theologen hineinzuversetzen und aus deren Sicht *für die Evolutionstheorie* bzw. *für die Schöpfungserzählung* in einer Rede zu argumentieren und diese schriftlich festzuhalten (ca. 3 DIN A4 Seiten). Im jeweiligen Aufgabenstamm wurde der Theologe als „religiöser Mensch“ und der Biologe als ein „Evolutionstheoretiker“ beschrieben. Als weitere Information erhielten die Schüler beider Gruppen als

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

Eingangstext „Das Netz des Physikers“ aus dem Lehrbuch *Kursbuch Religion Oberstufe* (S. 27), um ihnen ein Beispiel für den argumentierenden Dialog zwischen einem Naturwissenschaftler und einem Theologen zu geben. Mit der so entwickelten Aufgabenstellung⁷ kann zwar noch keine konkrete Fähigkeit des einzelnen Probanden beschrieben werden, da Schüler Positionen einnehmen müssen die unter Umständen nicht ihrer eigenen entsprechen, sie ermöglicht aber den Vergleich von Argumentationen in den beiden Kontexten (biologische vs. theologische Perspektive) im Zusammenhang mit den jeweiligen fachspezifischen Inhalten (Evolutionstheorie bzw. Schöpfungslehre).

Beide Aufgabenvarianten wurden von insgesamt fünf Lehrkräften der gymnasialen Oberstufe der Fächer Religion, Deutsch und Biologie dahingehend positiv beurteilt, dass a) die Aufgabenstellung von Schülern verstanden werden kann, b) diese über die notwendigen sprachlichen Fähigkeiten und das notwendige Vorwissen verfügen sowie c), die Aufgabe im zeitlich vorgegebenen Rahmen (90 min) gelöst werden kann. Nach dieser Expertenbewertung wurden beide Aufgabenvarianten an einer Lerngruppe in Brandenburg getestet ($N=5$) und ausgewertet.

Die Aufgaben wurden daraufhin an zwei Gymnasien der Länder Berlin und Brandenburg eingesetzt. In Berlin wurde eine Gruppe von Schülern der elften Jahrgangsstufe ($N=21$) mit der Aufgabe konfrontiert. Diese Lerngruppe kannte das Thema Evolution bereits aus der Sekundarstufe I. In Brandenburg erhielt die Aufgabe eine Gruppe von Schülern der 12. und 13. Jahrgangsstufe ($N=27$), die entweder mitten im Thema standen bzw. diese Thematik schon abgeschlossen hatten. Die Bearbeitung der Aufgabe erfolgte im Rahmen des üblichen Biologie- bzw. Religionsunterrichts, wobei die Varianten „Theologe“ und „Biologe“ gleichmäßig auf die Stichproben und Unterrichtsfächer sowie zufällig auf die einzelnen Schüler verteilt wurden.

4.4.2. Datenanalyse

Um die verwendeten Argumentationsmuster zu bestimmen, wurde eine formale Strukturierung der Schülertexte entsprechend der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) durchgeführt, da die Strukturierung es ermöglicht, das Kriterium festzulegen, nach denen die Texte untersucht werden sollen (vgl. Mayring, 2010, S. 114). Dieses Kriterium ergibt sich aus der Typologie von Argumentationsmustern (s. Tabelle 3).

Um sicherzustellen, dass die Muster eindeutig identifiziert werden können, wurde an 5 Texten ($> 10\%$ des Materials) die Inter-Coder-Reliabilität bestimmt. Das Kategoriensystem zur Bestimmung der Muster wies ein Cohen's Kappa von $K = 0,89$

⁷ Die vollständige Aufgabenstellung kann beim Erstautor angefordert werden.

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

auf, was einem zufriedenstellenden Wert entspricht (Wirtz & Caspar, 2002). Fälle, die Probleme bereiteten, wurden diskursiv zwischen den beiden Ratern (Erst- und Zweitautor) gelöst. Die Ergebnisse dieser Texte wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Um zu ermitteln, welche Muster *fachspezifisch*, d. h. bevorzugt in Biologie oder Religion, und welche *fächerübergreifend* in Biologie und Religion verwendet werden, wurden diese nach zwei Kriterien sortiert: (1) Zunächst nach dem Kontext, d. h. nach der Variante der gestellten Aufgabe („Biologe“ – „B“ oder „Theologe“ – „T“), um festzustellen, ob sich die Verwendung der Muster signifikant unterscheidet und damit einen Hinweis auf seine Fachspezifik geben kann. (2) Da die Schüler in beiden Kontexten für ihre Rede sowohl biologische als theologische Inhalte thematisierten, wurden die Muster darauf folgend zusätzlich nach dem Inhalt der Argumentation zur Evolutionstheorie („biologischer Inhalt“ – „BI“) und zur Schöpfungserzählung („theologischer Inhalt“ – „TI“) aufgeteilt. Da Schüleräußerungen in dieser Analyse nicht immer eindeutig einem der beiden Inhalte zugeordnet werden konnten, wurde eine dritte Kategorie („Mischformen“ – „MF“) ergänzt. In dieser Gruppe wurden Argumentationen zusammengefasst, in denen entweder auf einer Meta-Ebene über das Verhältnis von Evolution und Schöpfung diskutiert oder von einem biologischen auf einen theologischen Inhalt oder umgekehrt geschlossen wurde.

4.5. Ergebnisse

Im Folgenden werden die durch die formale Strukturierung erfassten Argumentationsmuster quantifizierend präsentiert. Insgesamt wurden in den Schülertexten $N=361$ Muster identifiziert (pro Schüler: $M=8,4$; $SD= 3,8$). Von den identifizierten Mustern entsprachen 275 (76,1%) einer deskriptiven und 86 (23,9%) einer deskriptiv-normativen Argumentation. Da die absoluten Zahlen der Muster in den Varianten voneinander abwichen (Variante „Theologe“: $N_{\text{gesamt}}=201$; „Biologe“: $N_{\text{gesamt}}=160$), werden die relativen Häufigkeiten der verwendeten Muster miteinander verglichen (s. Abb. 8/Abb. 9).

4.5.1. Verwendung der Muster in Abhängigkeit vom Kontext

Um die Darstellung der Ergebnisse zu verdeutlichen, werden die Unterschiede zwischen den Varianten als große ($\Delta > 10\%$), mittlere ($\Delta < 5\%$) und geringe ($\Delta < 1\%$) Differenzen zusammengefasst.

Die Schüler nutzten in beiden Kontexten am häufigsten Illustrative Beispielmuster. Allerdings wurden diese im Falle der Variante „Theologe“ in 33,8% der Argumentationen genutzt, gegenüber 23,1% in der Variante „Biologe“. Ähnlich große Unterschiede zeigen

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

sich auch im Falle der Einordnungs- und der Handlung-Folge-Muster, die jeweils das zweithäufigste Muster im Vergleich der Perspektiven vertreten, wobei die Einordnungsmuster häufiger in der Variante „Biologe“ und die Handlung-Folge-Muster in der Variante „Theologe“ verwendet wurden.

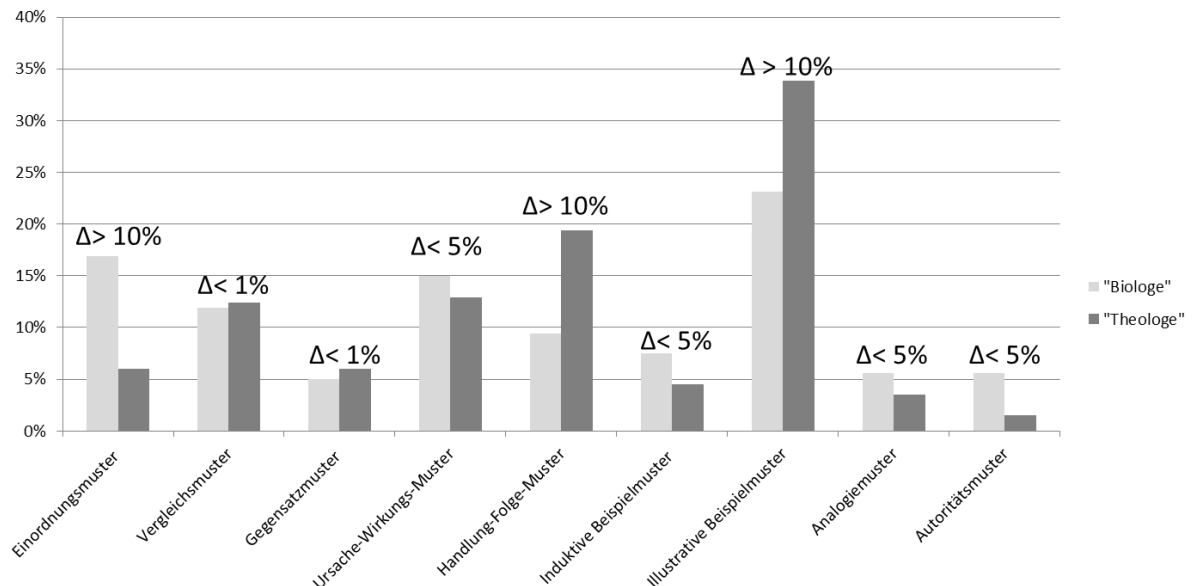


Abbildung 8: Relativer Vergleich (in %) der Verwendung von Argumentationsmustern – Gegenüberstellung der beiden Kontexte

Da die Daten nicht normalverteilt vorlagen, wurde zur Analyse auf nicht-parametrische Tests zurückgegriffen. Auf Basis der Häufigkeit durchgeführte U-Tests nach Mann und Whitney ergaben signifikante Unterschiede (exakte Signifikanz, 2-seitig) für diese Muster bei mittleren Effekten (Illustrative Beispielmuster: $z = -2.250$, $p < .05$, $r = -.34$; Einordnungsmuster: $z = -2.041$, $p < .05$, $r = -.31$; Handlung-Folge-Muster: $z = -1.977$, $p < .05$, $r = -.30$).

Im Vergleich der weiteren Muster sind lediglich mittlere bis geringe Unterschiede festzustellen, die bei durchgeführten U-Tests keine signifikanten Unterschiede hervorbrachten. Dies ist dahingehend bemerkenswert, dass in beiden Varianten sich Ursache-Wirkungs-Muster, die in aktuellen fachspezifischen Ansätzen zur Argumentationsanalyse als die zentrale Methode in den Naturwissenschaften vorgestellt werden, als dritthäufigste Muster (Var. „T“: 12,9 %; Var. „B“: 15%) zeigten. Umgekehrt gilt dies auch für Analogiemuster, die häufiger in der Variante der „Biologen“ Anwendung fanden. Lediglich geringe Unterschiede zeigten sich schließlich bei der Verwendung der Vergleichs- und der Gegensatzmuster bei der Gegenüberstellung der beiden Kontexte.

4.5.2. Verwendung der Muster in Abhängigkeit vom Inhalt

Für die weitere Analyse wurden die insgesamt erfassten Muster wie beschrieben in „biologischen Inhalt“ (z. B. Belege für die Evolutionstheorie; Veränderungen der Theorie selbst; naturwissenschaftliche Methoden), „theologischen Inhalt“ (z. B. Inhalt und Interpretation der Schöpfungserzählung; Charakteristika theologischen Wissens; externe Religionskritik) und „Mischformen“ (z. B. eine Vereinbarkeit von Evolution und Schöpfung; Erfassbarkeit der Wirklichkeit; Unbeständigkeit von Wissen) induktiv aufgeteilt, um eine Analyse der Verwendung der Muster in Abhängigkeit vom Inhalt zu ermöglichen. Bei dieser ersten nach verschiedenen Inhalten differenzierenden Analyse der Argumentationsmuster erfolgte zunächst keine Bewertung hinsichtlich der konzeptuellen Qualität oder der Plausibilität der Muster.

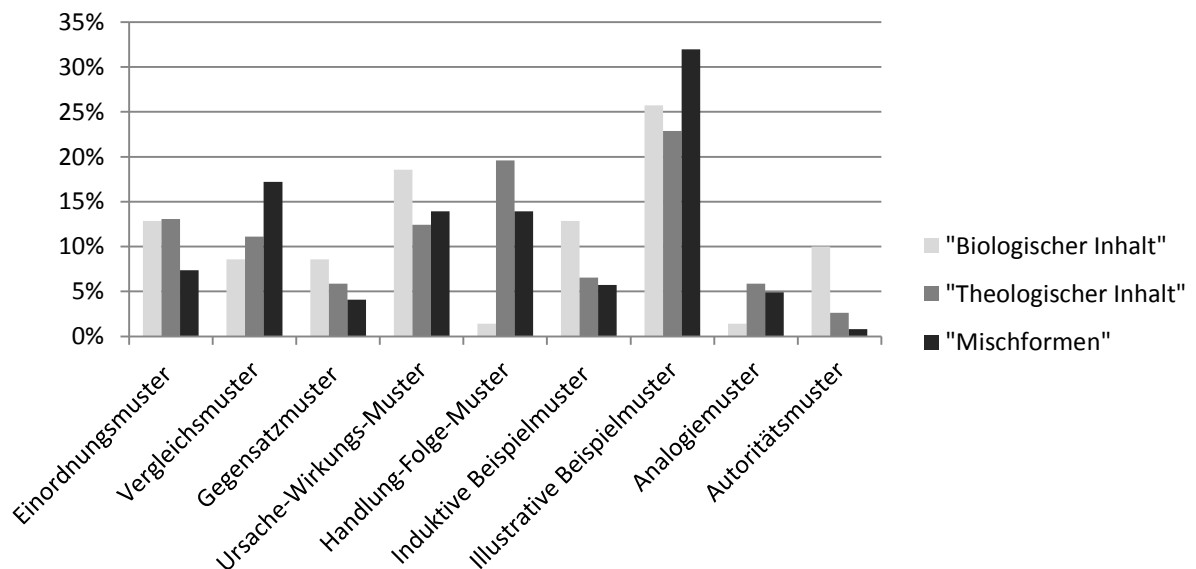


Abbildung 9: Relativer Vergleich (in %) der Verwendung der Argumentationsmuster - Gegenüberstellung der „Biologischen Inhalte“(BI), „Theologischen Inhalte“(TI) und „Mischformen“(MF)

Da die Muster sich in der absoluten Anzahl wiederum stark unterschieden (biologisch: N=70; theologisch: N=153; Mischformen: N=138), wird auch in diesem Fall auf relative Vergleiche zurückgegriffen (s. Abb. 9).

Wie auch bereits in der Analyse der Perspektive zeigt sich ebenfalls für alle drei Inhaltsbereiche eine häufige Verwendung von Illustrativen Beispielmustern (BI: 25,7%; TI: 22,9%; MF: 32%), aber auch von kausalen Zusammenhängen. Ursache-Wirkungs-Muster zeigten sich häufiger bei biologischen Inhalten (BI 18,6%; TI: 12,4%; MF: 13,9%). Die Schüler machten hier vor allem Aussagen über Abläufe der Evolution, (tn04B, Z. 55-

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

66)⁸, über „Strukturen und Gesetze“ (Tn05B, Z. 43-48) die sich hinter der Theorie verbergen, sowie Aussagen über den naturwissenschaftlichen Beginn des Lebens (T04A, Z. 23-28) und sie nahmen Bewertungen der Evolutionstheorie vor (T03A, Z. 23-27). Die Ursache-Wirkungs-Muster, die als theologisch kategorisiert wurden, behandeln z. B. den Einfluss des Glaubens auf die Akzeptanz der Schöpfungserzählung (t12B, Z. 23-28), die Aussagekraft der Bibel (tn04B, Z. 36-38) und umfassen wie auch bereits bei der Evolutionstheorie, bewertende Aussagen, wie dass die Schöpfungserzählung bei der Frage nach dem Sinn des Lebens „nicht zu vernachlässigen“ sei (T04A, Z. 29-34). Wie auch bereits beim Kontextvergleich beobachtet werden die Handlung-Folge-Muster (BI: 1,4%; TI: 19,6%; MF: 13,9%) vor allem bei der Argumentation zu theologischen Inhalten verwendet.

Um Beispiele für die „Mischformen“ zu geben, wurden die Vergleichsmuster gewählt, die, neben Ihrer häufigen Verwendung in der Kategorie der illustrativen Beispielmuster, am häufigsten in dieser Kategorie vorkamen (BI: 8,6%; TI: 11,1%; MF: 17,2%). So nutzen Schüler diese z. B. für den Vergleich von Naturwissenschaftlern und Theologen in Bezug auf „Glauben“ (tn08A, Z.25-26), den Vergleich von Mensch und Tier aus naturwissenschaftlicher und philosophischer Sicht (tn05A, Z. 11-16) oder den Vergleich von theologischem und biologischen Wissen in Bezug auf Wahrheit (Tn11B, Z. 18-24). Vor allem in dieser Gruppe zeigt sich, wie die Schüler ihre Ansichten über das Verhältnis von Naturwissenschaften und Religion bzw. Theologie in ihren Argumentationen verwenden und diese eher einem Konflikt- oder einem Dialogmodell entsprechen.

Zuletzt soll noch auf die relativ häufige Verwendung von Autoritätsmustern (BI: 10%; TI: 2,6%; MF: 0,8%) für Argumentationen mit biologischen Inhalten eingegangen werden. Die Gruppe der Autoritätsmuster setzte sich zusammen aus (a) der Verwendung von Evidenzen (z. B. Untersuchungsergebnisse) und (b) der Bezugnahme auf Wissenschaftler als Autoritäten, so z. B. für den Beleg des Urknalls (tn02B, Z. 20-24), oder dafür, dass es unterschiedliche Belege für die Anpassung der Arten gibt (tn07B, Z. 26-31). Zu bemerken ist hierbei, dass Schüler mit generellen Aussagen argumentieren, wie „es gibt Beweise“ oder „Wissenschaftler haben bewiesen“, ohne konkrete Erkenntnisse zu nennen oder diese zu diskutieren.

⁸ Der Schülercode setzt sich zusammen aus der Stichprobe (T=Brandenburg; t=Berlin), Geschlecht (tn/Tn=weiblich; T/t=männlich), laufender Nummer (z. B. 04) der Variante des Impulses, den der Schüler erhalten hat (A: Theologe oder B: Biologe) und der Zeile des Textes, der der Beleg entnommen wurde.

4.6. Diskussion & Ausblick

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, die Argumentationen von Schülern in Bezug auf Evolution und Schöpfung zu vergleichen und dabei zu identifizieren, welche Muster Schüler *fachspezifisch* und *fächerübergreifend* verwenden. Die Fachspezifität wurde dabei zum einen am vorgegebenen Kontext (Perspektive eines Biologen oder eines Theologen) sowie zum anderen an den Inhalten (biologische oder theologische), die von den Schülern in ihren Argumentationen thematisiert wurden, festgemacht.

In Bezug auf den Kontext zeichnet sich die Tendenz ab, dass die Schüler, bestimmte Muster *fachspezifisch* häufiger verwenden, so die illustrativen Beispiel- und Handlungs-Folge-Muster im theologischen und die definierenden Einordnungsmuster im biologischen Kontext. Diese Ergebnisse konnten auch durch die sich zeigenden signifikanten Unterschiede und mittlere Effekte in der Kontextanalyse teilweise bestätigt werden. Andererseits werden aber ein Großteil Muster über die Kontexte hinweg *fächerübergreifend* verwendet, wie es im Besonderen das häufige Auftreten von Kausalmustern zeigt, die auch in der Alltagsargumentation eine wichtige Rolle spielen (Walton, 1996).

Da für den inhaltlichen Vergleich keine statistischen Verfahren genutzt werden konnten, lassen die relativen Vergleiche ebenfalls nur tendenzielle Aussagen zu. Die deutlichsten Ergebnisse sind hier (1) das häufige Auftreten der illustrativen Beispielmuster in allen Inhaltsbereichen, wobei diese sich im Fall der „Mischformen“ am häufigsten zeigten, (2) die Unterscheidung zwischen biologischem bzw. theologischem Inhaltsbereich und Mischformen in Bezug auf die Verwendung von Handlungs-Folge-Mustern sowie Analogiemustern und (3), für das Argumentieren im biologischen Inhaltsbereich, die häufigere Verwendung von kausalen Ursache-Wirkungs-, induktiven Beispiel- und Autoritätsmustern.

Im Folgenden sollen diese Erkenntnisse genutzt werden, um ein interdisziplinäres normatives Modell von Argumentationsfähigkeit zu entwickeln. Für dieses muss berücksichtigt werden, dass im Gegensatz zu aktuellen Modellen zur Beschreibung der Argumentationsfähigkeit von Schülern, die sich in den Naturwissenschaften auf die kausale Argumentation konzentrieren, unsere qualitative Analyse eine viel breiter ausgeprägte Varianz an Argumentationsweisen in Form der Muster zeigt. Damit greifen die Ergebnisse dieser Studie z. B. die Ideen von Kuhn (2010), Iordanou (2010) sowie Sampson und Clark (2011) auf, die für das naturwissenschaftliche Argumentieren davon ausgehen, dass Schüler Kenntnisse aus unterschiedlichen Kontexten mitbringen und diese für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen können, wobei ihre Probleme in den Besonderheiten des Naturwissenschaftlichen Argumentierens liegen.

4. Studie 2: Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung

In Bezug auf unser Ziel ist als Einschränkung dieser Studie auszumachen, dass die Schüler eine Rolle vorgegeben bekamen und wir möglicherweise damit nicht ihre gesamte argumentative Fähigkeit abfragen konnten. Ein Vergleich der Gesamtzahl der Argumentationen der beiden Varianten zeigt diese Tendenz auf, da die Schüler im Kontext Theologie (Muster in Variante „Theologie“: $N_{\text{gesamt}}=201$; in „Biologie“: $N_{\text{gesamt}}=160$) insgesamt mehr Argumentationen produzieren konnten. Aus diesem Grund wird auch auf eine genaue Analyse der Argumentationsfähigkeit des einzelnen Probanden im Rahmen dieser Studie verzichtet.

Des Weiteren haben wir verschiedene Gruppen an Schülern betrachtet, die jeweils eine Variante der Aufgabe bearbeitet haben. Auch wenn die Schüler sie in einem Großteil der Fälle frei interpretiert haben und entsprechend einer Erörterung sowohl Pro- als auch Contra-Argumente beachteten, muss in einem folgenden Studien gezielt darauf eingegangen werden, wie sich die individuellen Argumentationen eines einzelnen Schülers in Abhängigkeit vom jeweiligen Unterrichtsfach, in dem sie die Aufgabe bearbeiten, und Kontext ändern. In der vorliegenden Studie waren diese (Fach und Kontext) vorgegeben.

In weiteren Analysen auf Basis des vorliegenden Datensatzes werden einzelne Muster auf ihre Plausibilität hin untersucht. Dazu soll analysiert werden, ob die von den Schülern in den jeweiligen Argumentationsmustern thematisierten inhaltlichen Aussagen fachlich korrekt sind und den Plausibilitätskriterien nach Walton (1996) entsprechen. Dazu muss ein Bewertungsschema für die Plausibilität eines Argumentationsmusters im biologischen und religiösen Kontext erarbeitet werden, das als Grundlage für das normative Modell von Argumentationsfähigkeit genutzt werden kann. Auf der Basis von Argumentationsmustern und Plausibilitätskriterien sollen dann in weiteren Studien anhand größerer Stichproben individuelle Schülerfähigkeiten diagnostiziert werden. Als Einflussfaktoren werden dabei dann auch das Fachwissen sowie generelle kognitive Fähigkeiten einbezogen werden.

5. Studie 3: Students' Arguments on the Science and Religion Issue – the example of evolutionary theory and genesis

Unter Berücksichtigung des thematischen Rahmens „Naturwissenschaft und Religion“ beschäftigt sich die 3. Teilstudie mit den Argumenten, die die Schüler beim Argumentieren zu diesem Thema nutzen. Im Besonderen die Schwierigkeiten von Lernern, die mit diesem Thema zusammenhängen, sorgen in der aktuellen Literatur für die Diskussion. Es wird diskutiert, wie diesen Lernschwierigkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht begegnet werden kann. Es wird vorgeschlagen, kreationistische durch einen sozio-kognitiven Konflikt, wie er z. B. durch konträre Positionen in Gruppendiskussionen auftritt, zu thematisieren. Um dies zu ermöglichen ist es notwendig, die Argumente, die Schüler hervorbringen könnten, zu kennen. Die Schülerargumente systematisch herauszuarbeiten ist Ziel dieser Studie.

Zu diesem Zweck wurden argumentative Texte von $N=43$ Schülern der Sekundarstufe II in denen sie entweder für die Akzeptanz der Evolutionstheorie oder den Glauben an die Schöpfungserzählung argumentierten unter Verwendung der qualitativen Inhaltsanalyse untersucht. Die Argumente wurden in drei Dimensionen beschrieben: erstens in Bezug auf den Inhalt der Argumente (z. B. zur Evolutionstheorie oder zur Schöpfungserzählung), zweitens in Bezug auf die Wertung des Arguments, d.h., ob es sich um ein positives oder ein negatives Argument handelt und drittens, ob es sich um deskriptive oder normative Argumentation handelt. Die gewonnenen qualitativen Daten wurden in einem weiteren Schritt quantitativ ausgewertet.

Die Schüler fanden signifikant mehr Argumente zur Evolutionstheorie bzw. allgemeiner zu den Naturwissenschaften, obwohl es sich bei diesen zumeist um negative Argumente handelte. Des Weiteren zeigte sich, dass die Schüler zur Schöpfung vor allem normative Argumente fanden.

Die Ergebnisse werden in Bezug auf mögliche Schlussfolgerungen für das Unterrichten der Evolutionstheorie und die Behandlung des Kreationismus diskutiert. Des Weiteren stehen in der Diskussion Überlegungen im Fokus, wie die identifizierten Argumente für ein fächerübergreifendes Modell von Argumentationsfähigkeit genutzt werden könnten.

Teilstudie 3 wurde veröffentlicht unter

Basel, N., Harms, U., Precht, H., Weiß, T., & Rothgangel, M. (2014). Students' arguments on the science and religion issue: the example of evolutionary theory and genesis. *Journal of Biological Education (JBE)*, 48(4), 179-187. doi:10.1080/00219266.2013.849286

Abstract

Treating creationism as a controversial topic within the science and religion issue in the science classroom has been widely discussed in the recent literature. Some researchers have proposed that this topic is best addressed by focussing on socio-cognitive conflict. To prepare new learning opportunities for this approach, it is necessary to know the concrete arguments students use in their discussions on this issue. Therefore, this study was aimed at providing a systematic description of these arguments. For this purpose, upper secondary students ($N=43$) argued in a written speech either for the acceptance of evolutionary theory or faith in Genesis. Generated arguments were analysed by a qualitative content analysis. Three dimensions of the arguments were described: first, the content (science or religion), second, the valuation of the argument (positive or negative), and third, whether the argument consisted of a descriptive or normative argumentation. Results indicate that students found it easier to generate arguments about the scientific side of the issue; however, these arguments were negatively constructed. Results are discussed in the light of implications for educational approaches for teaching controversial issues at the high-school level.

5.1. Introduction

The results of recent empirical studies have advised that more attention should be paid to creationism in Europe both in and out of the classroom (e.g., Miller, Scott, & Okamoto, 2006). Therefore, several authors have required that students be confronted with their misconceptions about evolutionary theory (e.g., Evans, 2008). Discussions have ensued regarding whether and how teachers in the science classroom should deal with myth-based misconceptions (Alters & Nelson, 2002) about the origin and development of life. With regard to evolutionary theory in the US, Moore and Cotner (2009) found that if students are explicitly confronted with creationism in the science classroom, the chance that students accept creationism and reject evolution increases when they start college. Therefore, the authors rated its inclusion in high school biology courses as an “educational malpractice” (Moore & Cotner, 2009, p. 95). In contrast, Foster (2012, p. 2176) emphasised that it is necessary for students to “know what is not true as well as what is” and concluded that creationism should be treated as any other misconception in the classroom. Although there is much literature regarding students' views on science and religion as well as on the reasons for the non-acceptance of scientific concepts such as the theory of evolution, only a few studies (e.g., Dagher & Boujade, 1996) have focussed on the arguments that students incorporate into discussions dealing with this issue. To make discussions more “meaningful” (Foster, 2012) in the classroom, teachers and researchers should know about the arguments that students use. This will enable teachers to better foster classroom discussion and to increase students' understanding of the nature of science and scientific concepts. For this reason, this study focussed on students' arguments on the issue of science and religion, exemplified by the relation between evolutionary theory and Genesis.

5.1.1. Literature Review

From an epistemological point of view, the differences between science and religion are quite clear: science with its methodological materialism is concerned with the natural world and how it works. Religion is another approach to reality, dealing with its ritual, emotional, and mythic dimensions (e.g., Reiss, 2009). Therefore, as one possibility for science education, it has been proposed that science and religion be treated as two separate non-overlapping magisteria (NOMA, Gould, 1997). This means, that both domains have different and not overlapping legitimate teaching authorities. From an educational standpoint, this separation should help students avoid contradictions in their minds concerning the knowledge and epistemologies of the different disciplines (Smith & Schar-

mann, 2008; Smith, 2010a). It is obvious that this apparently clear distinction between science and religion does not reflect all aspects of the two disciplines and does not exist in students' minds. A review of the research on the issue shows that, along with other cognitive (e.g., understanding) and affective (e.g., attitudes towards science) factors, students' religiosity is a prevalent factor that influences their acceptance or non-acceptance of evolutionary theory (for a review, see Allmon, 2011; Wiles & Alters, 2011). Apart from a non-acceptance of the scientific concept, the problems that occur are, what Alters and Nelson (2002, p. 1895) summarised as "religious and myth-based" misconceptions, for example, a belief that "the earth is too young for evolution (and most geological processes) to have occurred". Students seem to prefer either one or the other domain as Taber and colleagues (2010) were able to show in their qualitative approach when they examined contradiction and conflict between science and religion in 13 to 14 year-old students. In particular, there are consequences for the learning of scientific content, as only those students who take a position that accepts the compatibility of the two domains seem to be able to learn without conflict (Yasri & Mancy, 2014).

When summarising students' views on the science and religion issue, it becomes obvious that this issue creates a lot of controversy. Different educational approaches have been proposed for dealing with this conflict in the science classroom. Thagard and Findlay (2010) summarised three ways in which the conflict between evolutionary theory and creation stories is addressed – in contrast to avoiding the issue – by *detachment*, *reconciliation*, and *confrontation*. *Detachment* means showing the explanatory power of evolutionary theory and detaching it from the religious explanation, *reconciliation* means searching for consistencies between the two approaches (e.g., theistic evolution), and *confrontation* stands for confronting the scientific knowledge with the religious views. What all of these approaches have in common is that evolutionary theory is seen as a more or less controversial issue (e.g., Skehan & Nelson, 2000), as "(a) two opposing groups exist, (b) the controversy has led to heated debates, (c) the answer is not luminously clear to all reasonable people and (d) the knowledge of evolution is controversial knowledge because there is acknowledged uncertainty [especially for students, author's note] and disagreement surrounding the evolution/creation debate" (S. 2008, 1027). Following Reiss (1992), Hermann (2008) proposes different possibilities for Science teachers of how to deal with it in classroom discussion in practice: *Advocacy*, when teachers argue for their own position, *affirmative neutrality*, when they offer multiple perspectives on the issue without uncovering their own position and *procedural neutrality* when teachers let students define their own opinion with help of external resources.

Some of these approaches have been realised on different educational levels and for different student ages either with a focus on the scientific concepts (e.g., Andrews, Kali-

nowski, & Leonard, 2011) or with the focus on concepts and the students' understanding of the nature of science (NOS, e.g., differences between theories and laws, the creativity behind science, the socio-cultural embeddedness of science, empirical basis of science; cf., Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwarz, 2002): In high school, Duveen and Solomon (1994) practiced a role-play (a trial) for teaching different aspects of the NOS in the context of evolutionary theory (e.g., social influence on science, the nature of scientific theories) with 15 to 16 year-old students. Using this kind of role-playing game, in their opinion, "students not only learn science, but about science" (Duveen & Solomon 1994, 581), which Foster (2012) summarised as "show, not tell" students about how science is done and what the nature of scientific debate is. To overcome religious-based misconceptions, Jensen and Finley (1997) used pair-discussions of different evolutionary problems and – after discussion – showed an increase in "Darwinian ideas" and a decrease in "non-Darwinian ideas", (e.g., "Natural Theology", consisting of an understanding that "God had created a delicate balance in nature": Jensen & Finley 1997, p. 209).

As an example of procedural neutrality, in the Science and Religion in Schools Project (2006, cited in Reiss, 2008), comparable to the study by Duveen and Solomon (1994), certain positions are presented to students. Here, the aim is to make students understand "why, for cultural reasons, the theory of evolution has been so controversial for some people" (Edexcel 2005, 31, cit. in Reiss, 2008) to make them respect others' opinions. It is obvious that this aim is closely related to Reiss' understanding of creationism as a worldview (Cobern, 1996). Finally, with a focus on teacher-student interaction in a project-based learning unit, Oliveira and colleagues (2011) analysed a teacher taking a neutral position in the discussion, framing student discussion with a focus on respect, politeness, and humour. With the exception of this last study, the cited studies have in common that they focussed on the outcome of the discussion.

The results of the outlined studies in a wider sense all show that discussion can foster conceptual change. The main reasons for this could be (1) the occurrence of cognitive conflict (e.g., Limón, 2001) – a conflict between students' individual prior knowledge and the viewpoints presented during discussion – and (2) students' deep conceptual engagement during argumentation (Nussbaum & Sinatra 2003). Here, formally spoken counterargument and rebuttal are evidently essential: Research indicates that classroom discussion can be more effective in the case of the occurrence of dialectical argumentation, meaning that at least two opposing views are presented during discussion (Asterhan & Schwarz, 2009). Bringing together research on argumentation and on the science and religion issue, it is obvious that students should have the opportunity to argue and, through that practice, to choose (Yasri & Mancy, 2014) and make an informed decision on their own as to why evolutionary theory in contrast to its unscientific alternatives is a

scientifically valid theory. In the end, being able to make such decisions is an expression of scientific literacy (e.g., Kolstø, 2001). Therefore, classroom discussion is a necessary condition with regard to controversial issues in particular (Duschl & Osborne, 2002). Foster (2012) argued for treating creationism in the classroom by inducing a socio-cognitive conflict. He concluded with open questions about the areas in which further research is needed to make these discussions meaningful. One of his questions was whether this approach could already be effective in high school or not before the university level (Foster 2012, 2177). According to Grace (2009), high-quality decision-making takes place when different arguments and counterarguments are at the disposition of the participants, and the final decision is based on the consideration of alternatives.

5.1.2. Objective and Research Questions

Hence, to answer Foster's question with regard to the high school level, it is first necessary to focus on the argumentative process and therefore on the arguments that students incorporate in their discussions to resolve their cognitive conflict and to determine whether they are able to present varied opposing views and arguments about the problem. Furthermore, it is necessary to analyse which conceptions students include into their discussions on the science and religion issue, especially when they start learning about evolutionary theory and have little previous knowledge about either side of the issue. Therefore, our research questions were:

1. Which arguments do students use when discussing the science and religion issue in the context of evolutionary theory at the upper secondary level?
2. What are the most frequent arguments that occur in the students' statements for or against the acceptance of evolutionary theory and in relation to a positive or negative attitude towards science?

5.2. Methods

To record and systematise students' arguments on the science and religion issue, we chose a qualitative approach. We decided to confront students directly with the science and religion issue and randomly assigned them to two groups: taking the role (1) of a theologian ("Task A") or (2) of an evolutionary biologist ("Task B"). In each case, the task was to argue in a written speech from the particular standpoint either for the acceptance of evolutionary theory (biologist) or for the belief in Genesis (theologian). With this kind of task we did not explicitly ask them to take a position that would either be *scientific* (i.e. including a rejection of the religious idea of a Genesis) or *creationist* (i.e. with an opposition to evolutionary theory). Thus, it was made possible to create positions where evolutionary theory and Genesis were compatible (Yasri & Mancy, 2014). Using this kind of

task, the students had the opportunity to decide for themselves how controversial the issue was in their view. Additionally, students received an excerpt from a textbook on religious education (Rupp & Reinert 2004, p. 27) that included a speech of the physician Sir Arthur Eddington in which he tries, using a parable as an example, to oppose science and religion by showing differences in their epistemologies and arguing for a clear separation of the two domains.

We chose this kind of role-playing task to ensure a large variety of arguments. Before the task was used in our study, it was field-tested with five students from upper secondary classes and evaluated by five biology, religious education, and German teachers: Teachers confirmed (a) that students generally had the necessary pre-knowledge to work on the task, (b) that the necessary language skills were available, and (c) that they would be able to solve the problem in the time provided (90 min.).

5.2.1. Sample

Forty-three students in grades 11 and 12 who at most had a short-term course on evolutionary theory in middle school (grades 7 – 10) were confronted with the task. They had also taken a course on Genesis in religious education, which is part of the general German school curriculum. The students attended two secondary schools from suburban areas in Berlin and Brandenburg in Germany. The students were 16 to 19 years old (female: 62.7%; male: 37.3%). Two students were exempt from paying for school books. Students were administered the task during their regular biology lessons or religious education. They were informed that participation was voluntary and that their results would have no influence on their final grades. Tasks A and B were distributed equally across the two samples and lessons, and randomly assigned to students within each group. A translation of the task and the text that were given to the students can be provided by the first author.

5.2.2. Data Analysis

To identify students' arguments on evolutionary theory and Genesis, we applied a qualitative content analysis (Mayring, 2000) supported by the current version of MaxQDA software. Students' written speeches on the science and religion issue were (1) transcribed and (2) reformulated, if the quality of the writing made it necessary. (3) The argumentative parts of the speeches were identified according to Walton's (2006) definition of arguments. In this definition, arguments are the reasons that are used to support or to criticize a certain claim or conclusion. The prerequisite for an argumentation is a doubt attached to the proposition held by the arguer (e.g., Basel, Harms, & Prechtel, 2013). In our example, this condition was met by the controversy implicated in the task. (4) Afterwards, categories for the analysis of students' arguments were developed inductively

according to the research questions and included the category's name, its definition, and at least one typical example ("anchor-example"). (5) Categories were revised if they included the same content and could therefore be combined into larger main categories, or they were separated if their content was not consistent. Finally, (6) categorical systems' inter-rater reliability was tested on more than 10% of the material and showed an approximate 91% agreement for two raters (first and second author). All problems were resolved through discussion by the raters.

5.3. Results

5.3.1. Main categories

Using the developed categories, arguments could be described using three dimensions (see Figure 10): first, according to the content addressed by the argument (*Science* and evolutionary theory or *Religion*, faith, and Genesis) and the conceptions included; second, according to the direction of the argument for or against the addressed content; and third, according to whether the content consisted of a *descriptive* (rationalistic or knowledge-based reasoning) or *normative* (value-based or emotive reasoning) argumentation. This last distinction was adapted from other controversial topics such as socio-scientific issues which distinguish between rationalistic and emotive informal reasoning patterns (e.g., Sadler & Zeidler, 2005b).

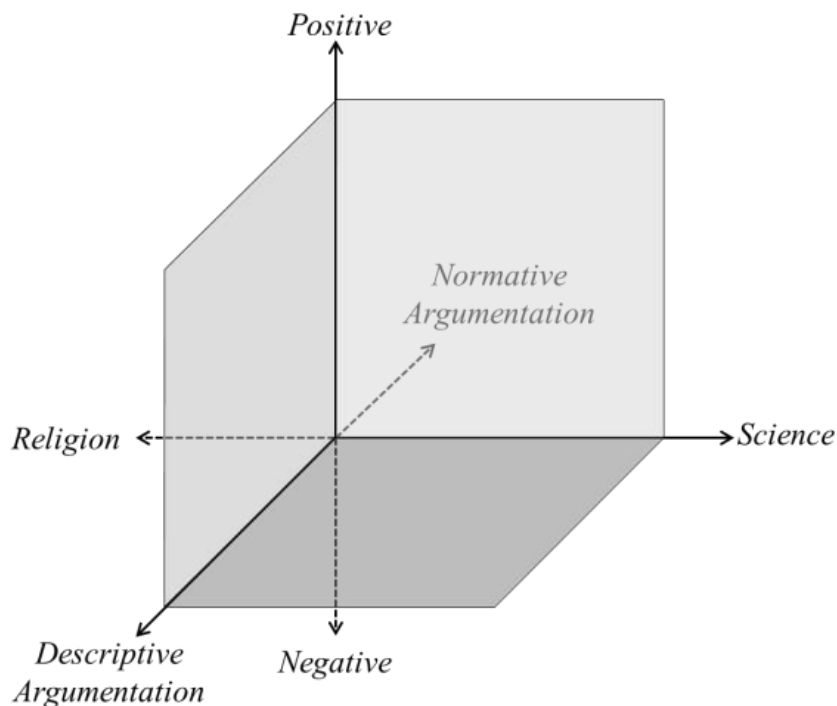


Figure 10: Simplified model for the classification of students' arguments on the science and religion issue

In agreement with the controversy that is often implied by the science and religion issue and in order to distinguish between positive and negative argumentations, we chose to arrange the arguments into five main categories according to their nature and content: In the first main category we summarised positive arguments for the acceptance of scientific concepts and the expression of positive attitudes towards science in general. In the second category negative arguments for the rejection of scientific concepts and criticisms of science (e.g., restriction of its methods) were summarised. By contrast, positive arguments for the acceptance of faith in general and the belief in Genesis in particular and negative arguments aiming to criticise faith, religion, and the church were summarised in the main categories three and four. The last group contained arguments that were used to express neutrality or were used affirmatively for both sides of the issue. A description of the most frequently used categories is presented in Table 4.

Two-hundred-eighteen argumentations were identified in the texts. In general, students ($N=43$) were able to express more arguments on the scientific content (Main categories I and II; 113 arguments; 51,9%) than on the religious one (Main categories III and IV; 72 arg.; 33%). This difference was statistically significant (Wilcoxon signed-rank test: $n = 43$; $z = -2.041$; $p < .05$). In the group of arguments on science, students produced more negative arguments concerning evolutionary theory and science in general (90 arg.; 41.3%) than positive ones (23 arg.; 10.6%). This distinction was also significant (Wilcoxon signed-rank test: $n = 43$; $z = -3.145$; $p < .01$). By contrast, positive arguments concerning Genesis and faith or religion in general were more frequent (41 arg.; 18.8%), whereas negative arguments about these contents did not occur very frequently (31 arg., 14.2 %). Although there was this observable difference, it was not significant (Wilcoxon signed-rank test: $n = 43$; $z = -.961$; $p = .34$). The category of neutral arguments consisted of 33 arguments (Main category V; 15.1%). To analyse the relationship between content (*Science* and *Religion*) and *normative* or *descriptive* argumentation, a chi-square-test was driven. There was a significant association between *Science* and *descriptive* argumentation and *Religion* and *normative* argumentation ($\chi^2(1) = 60.314$, $p < .001$).

5. Studie 3: Students' Arguments on the Science and Religion Issue

Table 4: Main categories' labels and number of occurrences; d = descriptive, n = normative; in the category "Others" are summarized arguments that occurred with limited frequency. They are described in the results section.

Main category	Categories' labels	d/n	No.	%	Code
I. <i>Science and Evolutionary Theory</i> – <i>Positive arguments</i>	Appeal to scientific evidence – explicit	d	10	4.6	I.1
	Appeal to scientific evidence – implicit	d	7	3.2	I.2
	Appeal to high quality of scientific methods	d	2	0.9	I.3
	Conceptual quality of Evolutionary Theory	n	2	0.9	I.4
	Benefits of Science	n	2	0.9	I.5
Total:			23	10.6%	
II. <i>Science and Evolutionary Theory</i> – <i>Negative arguments</i>	Limitations of Evolutionary Theory	d	23	10.6	II.1
	Limitations of scientific inquiry	d	20	9.2	II.2
	Cognitive obstacles	n	15	6.9	II.3
	Effects of Evolutionary Theory on humans	n	12	5.5	II.4
	<i>Others</i>	-	20	9.2	-
Total:			90	41.3%	
III. <i>Religion, Faith & Genesis</i> – <i>Positive arguments</i>	Benefits of faith and religion	n	29	13.3	III.1
	Explanations in the bible are more plausible	d	5	2.3	III.2
	Personal value	n	3	1.4	III.3
	Number of believers	d	2	0.9	III.4
	<i>Others</i>	-	2	0.9	-
Total:			41	18.8%	
IV. <i>Religion, Faith & Genesis</i> – <i>Negative arguments</i>	No scientific evidences for creation	d	11	5.0	IV.1
	Scientific evidences refute creation	d	7	3.2	IV.2
	Bible is distorted by humans	n	5	2.3	IV.3
	Lack of open-mindedness of the church	n	5	2.3	IV.4
	Conflicts as a result of faith	n	3	1.4	IV.5
Total:			31	14.2%	
V. <i>Neutral arguments</i>	Relation between humans and apes	d/n	15	6.9	V.1
	Freedom of belief	n	14	6.4	V.2
	"Agnosticism"	d	4	1.8	V.3
Total:			33	15.1%	
			218	100%	

5.3.2. Detailed Findings

In this section we want to exemplify the categories and show the arguments' relations to students' prior knowledge with regard to their understanding of the nature of science and theology as this might explain the particular rationale of the different arguments.

Positive arguments concerning Science and Evolutionary Theory

In this category students used scientific evidence by mentioning this evidence explicitly through scientific methods and results (Code I.1), for example DNA analysis to explain the close relation between humans and apes or the existence of transitional fossils to support evolutionary theory (e.g., Student b11: "Nowadays, we've got the required auxiliary material to compare the DNA of animated beings. The similarity of the different DNA of all animals could be determined by further experiments. Therefore, the evolutionary model, which was based on fossils, could be confirmed.").

In contrast to explicit statements, students likewise referred to scientific evidence implicitly (Code I.2) and used science as a kind of authority, "we all know that there is enough scientific evidence to support evolutionary theory. This can't be challenged" (Student A5) or "this has been proven by science and can't be questioned" (Student A3).

Although other arguments that students used in support of evolutionary theory were rare, the following ones (I.3-I.5) underline the relevance of an understanding of the nature of science (NOS) and a positive attitude towards science, which are both important for an acceptance of evolutionary theory (e.g., Lombrozo, Thanukos, & Weisberg, 2008; Akyol, Tekkaya, Sungur, & Traynor, 2012). In our sample for instance, students referred to the "improvement of scientific methods" and the "nature of scientific knowledge" (B27) as support for evolutionary theory. It has to be pointed out that these arguments, which show a deeper understanding of the NOS, were rare. In contrast to these descriptive lines of argumentation, students also expressed normative arguments indicating that evolutionary theory should be viewed positively. This was done either by the consideration of a certain "logic" or "consistency" (b06) in the theory, leading to its acceptance and a rejection of a literal understanding of Genesis (see 2.4) or by considering the positive effects of science as "science provides progress" (a10). These can be seen as expressions of a positive attitude towards science and its benefits (e.g., Astley & Francis, 2010). Overall, taking the number of justifications as an indicator for a higher quality of argumentation (e.g., Nussbaum & Edwards, 2011), the small number of arguments in this category could be interpreted as evidence that students seem to have problems arguing in support of evolutionary theory.

Negative arguments concerning Science and Evolutionary Theory

In contrast to the first main category, students expressed far more arguments against evolutionary theory than for it. As expected, when they took the position of the theologian they scrutinised evolutionary theory by using diverse lines of argumentation. To this end, students frequently referred either to the limitations of evolutionary theory as a way to explain the world and the diversity in it (II.1) or more generally to the limitations of scientific inquiry (II.2).

In the case of evolutionary theory, they argued either that it cannot explain the beginning ["life had to be generated to start up evolution" (A4); or "...but even the first particles have to come from somewhere" (A24)] or that evolutionary theory cannot explain the human mind and the development of cognitive abilities (e.g., "What is not said, is [...] how this incredible intelligence of humans, the ability to think and feel emerged", a10) and does not respect the special position of the human being. From an argumentative point of view, many of these arguments criticising science and rejecting evolutionary theory could be interpreted as problematic "arguments from ignorance" (e.g., Walton 1996), as these are common fallacies of Intelligent Design approaches (e.g., Wilkens & Elsberry, 2001).

In contrast to these descriptive arguments, students expressed doubts about the intelligibility of evolutionary theory, which was valued as "hard to understand" or "not plausible" (II.3), such as certain concepts as the "role of chance", "complexity", and "diversity originating from simplicity". In accordance with the systematisation of Thagard and Findlay (2010), we summarised them as "cognitive obstacles" in the understanding and the acceptance of evolutionary theory. Roughly, these can be seen as "arguments from incredulity" (Plutynski, 2010) because evolutionary theory proceeds in dimensions that students cannot imagine or understand.

Another common theme that appeared in students' speeches consisted of "appeals to the bad consequences" and the influence of evolutionary theory on everyday life. These particularly normative arguments mentioned the effects of evolutionary theory on human beings and their cohabitation (II.4), e.g., Social Darwinism and the negative effects of science. Brem and colleagues (2003) described these as negative attitudes towards evolution that lead to a rejection of the theory in the observation of small group discussion. Furthermore, these students added the "senselessness" of research (in relation to a valuation of believing as "sense-giving") and the negative consequences of the sciences (e.g., loss of values) to the list of negative items they attributed to evolutionary theory. In these cases, these could be interpreted as arguments from a certain anti-intellectual standpoint (Thagard & Findlay, 2010). Furthermore, the arguments hidden in the *Others-*

category are arguments in that students referred to hasty or wrong generalisations that would be done in science. These are arguments that are also reported for creationist standpoints. Other typical creationist arguments such as the “missing links” in the fossil record or the “just a theory” (e.g., Blancke et al., 2011) argument rarely occurred.

Positive Arguments concerning Religion, Faith, and Genesis

When the students in the sample argued for the religion side of the issue with regard to believing in Genesis, they especially emphasised the benefits of faith and religion (III.1) in general. These normative value-based arguments consisted of a summary of the diverse positive effects of faith and religion for human cohabitation. These were used, for example, by mentioning that faith gives “values and order” (A1,a2), “hope” (a4), “strength” (b10), or “sense” (b10), although this last one was mostly connected to negative conclusions about science. Furthermore, when arguing for Genesis, students rated the explanations in the bible as more plausible (III.2). These pragmatic arguments indicate that biblical explanations are easier to understand, as in this example, which begins with an argument against the mass of scientific information (II.3): “Someone who wants to form an opinion on this topic is overwhelmed by the number of scientific facts [about something] which is unimaginably big, happened an unimaginably long time ago and is beyond all imagination of everyday life. Religion is more familiar” (a7).

Other arguments highlight the personal value (III.3) of faith and belief as a subjective perspective that can be interpreted personally by everyone and should therefore not be criticised, as “each person decides for him- or herself which conception of creation he or she has” (B3). Finally, students referred to the large number of believers (III.4), which was in their opinion a justifiable reason to believe and represents an argument from popular opinion (Walton, 1996): “Millions of believers share my opinion and they trust in the Holy Scripture, which was handed down by other believers” (28A).

Negative arguments concerning Religion, Faith, and Genesis

As students already used scientific evidence in support of evolutionary theory, this kind of evidence was used in these descriptive arguments in two different ways: Either concluding with the rejection of Genesis as a scientific report by mentioning that there is no scientific evidence for creation, and that is why it cannot be true (IV.1 “This is why I have to say that the biblical creation is lacking in my opinion, as there is no evidence for it”; b2) or by emphasising that scientific evidence refutes creation by a metaphysical power (IV.2 “Creation by God can be rejected completely because scientific evidence refutes it”; a4).

Concerning normative arguments, other kinds of arguments against a literal understanding of Genesis consisted of arguments that the Bible is distorted by people (IV.3) as it was handed down from person to person for thousands of years. It was written down, translated, and thereby significantly altered. These arguments concluded that the bible did not contain true knowledge. "This is exactly where the mistake is. The author of the bible is a person. (...) People may have written everything down backwards" (a8).

Finally, comparable to the negative arguments concerning evolutionary theory (e.g., II.4), students expressed arguments criticising the church directly for a certain "lack of cosmopolitanism" (IV.4.). These arguments were connected with the association between faith and a certain "unworldliness" of the church or they exposed conflicts as a result of faith (IV.5). Faith could give rise to conflicts that culminate in religious wars, martyrdom, etc. "We kill people, animals and plants [...] often this is done in the name of God" (a10).

Neutral arguments

The descent of the human race from modern apes as our ancestors was used as both an argument for and against evolutionary theory (V.1). It occurred in many texts as a descriptive statement in support of evolutionary theory, but in single texts it was even used to criticise evolution, although these arguments were based on a misconception: "Evolutionary theory says that people are descendants of apes [...] but both exist. This is not logical and contradicts itself for that reason" (A4).

In the second category of arguments for both sides of the issue, students normatively referred to democratic values such as freedom of belief (V.2) and freedom of opinion: "The right to freedom of belief is irrevocable", or, "however, we live in a democracy. Every person can choose to believe in what he or she wants. We are free to design our life to our own ideas and to live out our faith and rituals the way we want to." (B10).

The last category of arguments that was used by students in support of both sides of the issue was "agnosticism" (V.3). It was a frequent creationist argument that was used with the question of: "Were you there?" It illustrates the opinion that people cannot be certain about the origin of the world. "In the end, we come from the point that *the* truth does not exist. At least it is not attainable" (B 27).

5.4. Discussion

In this exploratory study we wanted to analyse students' arguments on the science and religion issue by considering the number of occurrences of certain arguments in the sample, the directions of these arguments (positive or negative), and the conceptions that students incorporated into them. The results can be summarised as follows: Students in our sample made more arguments involving evolutionary theory and science

than involving their religious counterparts, even though these arguments mostly involved negative conclusions about evolution. Concerning both content areas, the students constructed descriptive and normative arguments: With regard to scientific content, descriptive argumentation prevailed; for religious content, normative argumentation was predominant. In these argumentations, students argued using scientific facts (e.g., categories I.1, I.2, IV.1, IV.2) and using either the quality of the scientific method (I.3) or the limitations of its significance (II.1, II.2) but also with norms and values (e.g., II.4, III.3). The arguments revealed both the importance of the NOS and the importance of background knowledge, i.e. an understanding of scientific information. Furthermore, their arguments revealed the relevance of a diverse set of factors that influence students' arguments and that are indeed related to the acceptance of evolutionary theory (e.g., Deniz, Donnelly, & Yilmaz, 2008).

We must acknowledge certain limitations of the study methods concerning the influence of these factors: First, the students did not discuss their own views of the problem. Although taking a position is a method that has been used with other controversial issues (e.g., socio-scientific argumentation) and in other contexts (learning opportunities in other subjects), we have to renounce a deeper analysis of individualised argumentation skills. By using plausibility (e.g., Walton, 2006) as an indicator of argument quality, we tried to resolve this problem by applying an additional analysis (see chap. 6). Plausibility provides information regarding reasonability of the proposition. To assess its plausibility "one needs to assess the reliability of the source, be it evidence, other propositions, an expert and so on" (Nussbaum, 2011, p. 90). This aim can be met through the use of critical questions related to a particular kind of argument (e.g., Walton, 1996). In this analysis, we were able to show that the degree of plausibility highly depended on the acceptability of the arguments (i.e. the conceptual quality of students' arguments) and relevance of the arguments' for argumentation in the domain (i.e. religion or science).

Second, in our analysis, we did not consider potential factors of influence (e.g., students' religiosity) because we focussed instead on the variance and frequency of the arguments. In future studies it would be advisable to measure other potential factors of influence to analyse the relation between certain arguments and whether the student accepts or understands evolutionary theory. Third, we provided students with a text on the issue. Although in our opinion it was a neutral text, we cannot exclude the possibility that students' arguments (e.g., the large number of negative arguments concerning *Science*) were influenced. Finally, we did not analyse the arguments in a situation in which natural discourse could occur, such as in small group or pair discussions on the issue (e.g., Shipman, Brickhouse, Dagher, & Letts, 2002). As the aim here was to use a standardised method and the same starting point for the whole group of students to produce ar-

guments, we abstained from the natural discourse method. To validate and to be able to generalise our results, we will have to control for the occurrence of arguments in such settings.

Despite these restrictions of our study, it is remarkable that the students in our sample were able to discuss the problem of evolutionary theory and Genesis. Despite the fact that they had only restricted educational experience with both concepts they produced great deal of variability in the types of arguments. They generated a variety of arguments that could provide starting points for new argumentative learning opportunities, such as small group discussions about specific arguments (e.g., the negative arguments about evolutionary theory). Our study showed which were the students' preferred arguments and counterarguments on the scientific and the religious sides of the issue. Previous studies that examined meaningful discussions among pre-service teachers showed effects on the views of the participants (Shipman et al., 2002; Hegelson, Hoover, & Sheehan, 2002); therefore, one might assume that this effect could be replicated with students as long as arguments are available to them. Our study showed that students at the secondary level indeed have the necessary knowledge to discuss the science and religion issue. Accordingly, counter-argumentation, which has been successfully applied in everyday contexts at lower levels of education (e.g., Goldstein, Crowell, & Kuhn, 2009) could be one of the central features of teaching when addressing the science and religion issue.

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit - Qualität biologischer und theologischer Schülerargumentationen

In der Teilstudie 4 wird unter Bezug auf Ansätze informeller Argumentationsmodelle (Kienpointner, 1992; Toulmin, 2003; Walton, 1996) und dem Argument-Gegenargument-Integrations-Modell (Leitão, 2000; Nussbaum & Schraw, 2010) ein fächerübergreifendes Modell zur Bewertung der Qualität von naturwissenschaftlichen und theologischen Schülerargumentationen entwickelt.

Die Argumentationsfähigkeit von Schülern entwickelt sich in den einzelnen Fächern nicht unabhängig voneinander. Trotzdem wird die Untersuchung von Argumentationsfähigkeit zumeist lediglich fachspezifisch vorgenommen. Um eine Vergleichbarkeit der Qualität von Schülerargumentationen in unterschiedlichen Fächern zu ermöglichen, untersuchte die vorliegende explorative Studie Merkmale und ihre Unterschiede in Schülerargumentation zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen.

Schülertexte ($N=48$) von Schülern der Sekundarstufe II wurden mit dem Ansatz der qualitativen Inhaltsanalyse auf (1) *Struktur*, (2) *Plausibilität* und (3) das Antizipieren von Gegenargumenten (*kritische Reflexion*) mit der qualitativen Inhaltsanalyse untersucht. Unter Nutzung der Stufen aus Studie 1 zeigten sich sowohl für biologische als auch theologische Argumentationen relative Niveauunterschiede in Bezug auf die Struktur. Bezüglich der Plausibilität konnten unter Nutzung von kritischen Fragen als Kriterien zur Erfassung von Plausibilität ebenfalls relative Niveauunterschiede festgestellt werden. Unter Rückgriff auf bereits bestehende Modelle konnten auch für das Antizipieren von Gegenargumenten, die kritische Reflexion, Niveauunterschiede ermittelt werden.

Die Ergebnisse werden unter Bezugnahme auf bisherige Ergebnisse zur didaktischen Forschung zur Beschreibung der Qualität von Argumentationen und die Nutzung der Qualitätskriterien im Unterricht diskutiert.

Schlüsselwörter: Argumentation, Evolutionstheorie, Schöpfungserzählung, Argumentationsfähigkeit, Plausibilität

Zusammenfassung

Obwohl bekannt ist, dass sich die Argumentationsfähigkeit von Schülern in den einzelnen Fächern nicht unabhängig voneinander entwickeln, erfolgt ihre Erfassung zumeist in domänenspezifischer Weise. Um einen Vergleich der Qualität von Schülerargumentationen in verschiedenen Fächern zu ermöglichen, untersucht die vorliegende explorative Studie Eigenschaften und Unterschiede in Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungsgeschichten. Argumentative Texte von Schülern der Sekundarstufe II ($N = 48$) wurden mit dem Ansatz der qualitativen Inhaltsanalyse untersucht. (1) *Struktur*, (2) *Plausibilität*, und (3) das Antizipieren von Gegenargumenten (*kritische Reflexion*) wurden analysiert. Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der bisherigen Ergebnisse der didaktischen Forschung zur Qualität von Schülerargumentationen diskutiert.

Schlüsselwörter: Argumentation, Evolutionstheorie, Schöpfungserzählungen, Argumentationsfähigkeit, Plausibilität

Abstract

Although it is known that the students' argumentation skills in each subject don't develop independently from each other, the investigation of argumentation skills is mostly done in a domain-specific manner. To facilitate comparison of the quality of students' argumentations in different subjects, the present exploratory study examined the characteristics and differences in student argumentations on evolutionary theory and the creation stories. Texts ($N = 48$) of students in secondary education were examined with the approach of qualitative content analysis. (1) Structure, (2) plausibility, and (3) the anticipation of counter-arguments were analyzed. Using the model of *Argumentation schemes* level differences could be identified. The results are discussed in relation to previous results for didactical research on the quality of student argumentation.

Keywords: argumentation, evolutionary theory, creation stories, argumentation skills, plausibility

6.1. Einleitung

Naturwissenschaftliches Wissen kann nicht nur als eine Ansammlung von Fakten verstanden werden, sondern ist immer in seinem zeitlichen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Kontext zu betrachten und sollte auch so unterrichtet werden (Kuhn, 2010; Simon & Richardson, 2009). Zentrale didaktische Methoden für diesen Zweck sind Ansätze, die auf der Argumentation und Diskussion beruhen, da sie den Erkenntnisprozess in den Naturwissenschaften widerspiegeln (z. B. Berland & Reiser, 2009; Bricker & Bell, 2008; Driver et al., 2000; Kuhn, 1993, 2010; Osborne, 2010; Osborne et al., 2004) und den kritischen Diskurs im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts fördern (Osborne, 2010). Aus diesem Grund wird die Fähigkeit naturwissenschaftlich zu argumentieren als zentraler Aspekt der naturwissenschaftlichen Kompetenzen im Rahmen der Naturwissenschaftlichen Grundbildung gesehen (z. B. Bybee et al., 2009).

In deutschen Curricula ist die Argumentation traditionell primär als Lernziel im Deutschunterricht verankert, wie es sich zum Beispiel in den Lehrplänen der Länder zeigt. Auch in anderen sozial- und geisteswissenschaftlichen Fächern wird dem Argumentieren eine große Bedeutung zugeordnet, wie im evangelischen Religionsunterricht, in dem eine „Theologische Frage- und Argumentationsfähigkeit“ (Englert, 2004) als Lernziel angegeben wird. Aufgrund der genannten Entwicklung erhält es aber auch einen Platz in den Naturwissenschaften, wie z. B. in den Bildungsstandards (KMK, 2004a,b,c). Auch wenn das Argumentieren in den Naturwissenschaften aufgrund der Nutzung empirischer Daten besondere Fähigkeiten erfordert (z. B. Sampson & Clark, 2009), entwickelt sich die Argumentationsfähigkeit nicht unabhängig voneinander in einzelnen Domänen (Iordanou, 2010). Es fehlen jedoch Modelle, die die Fähigkeiten von Schülern in einzelnen Fächern herausarbeiten und vergleichbar machen.

Um diesem Problem gerecht zu werden, ist das Ziel dieser Studie, explorativ ein Schema zur Beschreibung und Bewertung der Qualität von Argumentationen zu erstellen, das auf Argumentationen in verschiedenen Fächern anwendbar ist und einen fächerübergreifenden Rückschluss auf die Argumentationsfähigkeit ermöglicht. Als Beispiel für ein fächerübergreifend relevantes Themenfeld wurde die Frage nach dem Ursprung der Welt bzw. die Frage nach ihrem Sinn gewählt, da dies aus Sicht verschiedener Fächer, in der vorliegenden Studie Biologie und Religion – mit den Themenschwerpunkten Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen – relevant ist.

Als Hintergrund dafür ist zunächst zu klären, was in beiden Fächern unter einer „Argumentation“ zu verstehen ist, welche Zusammenhänge bei der Entwicklung von Argumentationsfähigkeit zwischen beiden Fächern bestehen könnten und welche

Ansätze zur Beschreibung von Argumentationen sowie der damit verbundenen Fähigkeit zur Verfügung stehen.

6.2. Theoretischer Hintergrund

6.2.1. Argument, Argumentation und Argumentationsfähigkeit

Das Grundprinzip der Argumentation besteht darin, Strittiges durch Bezug auf Unstrittiges zu klären (Nussbaumer, 1995) und damit einen Dissens in einen Konsens zu überführen (Krelle & Willenberg, 2008). Argumentationen können dabei aus zwei Gesichtspunkten, dem des Produkts und des Prozesses analysiert werden (z. B. Berland & McNeill, 2010). Auf der einen Seite steht der Prozess, im Rahmen dessen Argumentation als die Fähigkeit definiert werden kann, Daten, Werte und damit verbundene Situationen und Handlungsoptionen evidenzbasiert, d. h. auf Belege gegründet, abwägen zu können, dabei kritisches Denken anzuwenden und die Fähigkeit verschiedene Positionen antizipieren zu können (vgl. Mittelsten Scheid & Hössle, 2008). Sie kann jedoch auch als Produkt am Ende eines Argumentationsprozesses verstanden werden (z. B. Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007), das aus einem oder mehreren Argumenten, z. B. Daten und Begründungen (Toulmin, 2003), besteht.

Sowohl für das Produkt, als auch das Prozessverständnis gilt, dass eine Argumentation qualitativ hochwertig ist, sofern die Argumente, die für eine Konklusion angeführt werden, *akzeptabel*, *relevant* und in *ausreichender Anzahl* vorhanden sind (Blair & Johnson, 1987). Jemand besitzt eine ausgeprägte Argumentationsfähigkeit, sofern er Argumente für die eigene Position vortragen, auch alternative Hypothesen ableiten sowie diese begründet widerlegen kann (Kuhn, 1991). Somit geht es bei der Argumentationsfähigkeit vor allem darum, plausible Argumentationen zu erstellen und die Argumentationen von Opponenten zu bewerten (vgl. zsf. Jonassen & Kim, 2010).

6.2.2. Argumentieren in der Theologie und die Zusammenhänge mit dem Argumentieren in den Naturwissenschaften

In den beiden Fächern, die Gegenstand der vorliegenden Studie sind, wird eine fachspezifische Argumentationsfähigkeit angenommen. Für den evangelischen Religionsunterricht steht beim Argumentieren die *soziale Interaktion* als *Kommunizieren* und *Beurteilen* im Vordergrund. Die Schüler sollen „Entscheidungsfragen der eigenen Lebensführung als religiös relevant erkennen und mithilfe religiöser Argumente bearbeiten“ (Fischer & Elsenblast, 2006, S. 19). Es geht vor allem darum, „Erfahrungen mit Religion zu reflektieren, gewonnene Einstellungen argumentativ zu erklären, zu begründen“ (S. 24) und sich an gesellschaftlichen Debatten beteiligen zu können. Nimmt man die von Fischer und Elsenblast (2006) formulierten Beispielaufgaben und Lösungen

als Niveaustufen, ist es das grundlegendste Niveau, dass Schüler überhaupt eine Position einnehmen und theologisch begründen können (einfaches, reproduktives Niveau), das zweite, dass sie die Fähigkeit zum Perspektivenwechsel besitzen (Anwendungsniveau) und das dritte, dass die eigene Position in Relation zu anderen gestellt werden kann (komplexes Problemlösen).

Es wird angenommen, dass die Fähigkeit, religiös zu denken und zu argumentieren an die Entwicklung der Epistemologien gebunden ist (z. B. Klaczynski, 2000). So konnte gezeigt werden, dass Schüler mit naiven religiösen Vorstellungen wie dem Kreationismus auch ein geringer ausgeprägtes epistemologisches Verständnis aufweisen (Lawson & Worsnop, 1992). Dieses wird aber dahingehend kritisch gesehen, dass ein wortgetreues Verständnis der Bibel nicht mit einem naiven epistemologischen Verständnis einhergehen muss (vgl. Gottlieb, 2001, S. 54). Es wird aber insgesamt eine Entwicklung in diesen Fähigkeiten von Kindern zu Erwachsenen gesehen, die vom Alter und den kulturellen Kontext abhängt (Gottlieb, 2007).

Dennoch gilt auch hier, dass sich z. B. für ethische Probleme, die Argumentation und Diskussion erfordern, nicht nur „biblizistische Begründungen“ (Fischer et al., 2007) finden lassen dürfen. So soll auch hier das „vernunftbetonte Argumentieren“ (Kruhoffer, 2012) im Religionsunterricht im Vordergrund stehen. Trotz dieser Aspekte, die für die theologische Argumentationsfähigkeit erkannt werden, stehen keine Modelle für die Bewertung von Argumentationen zur Verfügung, die auf fächerübergreifende Probleme anwendbar wären.

Im Besonderen der Zusammenhang zwischen epistemologischen Überzeugungen und der Fähigkeit zu argumentieren, der sich ebenfalls für die Naturwissenschaften nachweisen lässt (Nussbaum et al., 2008), lässt darauf schließen, dass sich die Fähigkeit nicht nur in einem Fach unabhängig von anderen entwickelt. Iordanou (2010) konnte in einer experimentellen Studie zeigen, dass sich Argumentationsfähigkeit über Domänengrenzen hinweg entwickelt, wobei ein Transfer von naturwissenschaftlichen zu sozialen Themen stärker ausfällt, als andersherum. Allerdings wurde für diese Untersuchung das allgemeine Modell von Kuhn (1991) zu Grunde gelegt, das nicht berücksichtigt, dass Schüler mit den Besonderheiten des naturwissenschaftlichen Argumentierens, wie dem des datenbasierten Argumentierens, Schwierigkeiten haben (vgl. zusammenfassend Sampson & Clark, 2009).

6.2.3. Modelle zur fächerübergreifenden Beschreibung der Qualität von Argumentationen

Im Gegensatz zu der noch mäßigen Operationalisierung von Argumentationsfähigkeit in der Religionspädagogik, stehen in der Naturwissenschaftsdidaktik verschiedene Modelle zur Verfügung, die für das Argumentieren in der Biologie entsprechend seiner Bedeutung in den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards entwickelt wurden (z. B. Eggert & Bögeholz, 2006; Kramer, 2009). Es soll hier primär auf die eingegangen werden, die potenziell domänenübergreifend eingesetzt werden können.

Struktur

Die Beschreibung der Qualität von Argumentationen wird in den Naturwissenschaften häufig auf Basis ihrer Struktur vorgenommen. Man bezieht sich auf das aus der informellen Logik stammende und theoretisch domänenübergreifend anwendbare (Sampson & Clark, 2008) Toulmin-Argument-Pattern (Toulmin, 2003) und dessen verschiedene Abwandlungen (z. B. McNeill & Krajcik, 2009). Argumentationen werden nach der Komplexität der Struktur bewertet, d. h. z. B. für rein deskriptives Argumentieren, wie viele Daten, Beobachtungen und Begründungen für eine naturwissenschaftliche Behauptung angeführt werden (z. B. Erduran et al., 2004). Dieses Schema lässt sowohl auf mündliche Kommunikation in Kleingruppen (z. B. v. Aufschnaiter et al., 2008a), als auch schriftliche Argumentationen anwenden (z. B. Evagorou et al., 2012) sowie sowohl auf Fragestellungen, die eine rein deskriptive Bearbeitung erwarten lassen (z. B. Riemeier et al., 2012), als auch auf die, die das deskriptiv-normative Argumentieren verlangen (z. B. Zohar & Nemet, 2002). Letzteres findet in den Naturwissenschaften vor allem Verwendung, wenn es um ethisch oder sozial komplexe Fragestellungen geht, die neben naturwissenschaftlicher Evidenz auch die Beachtung von Normen und Werten benötigen (z. B. Sadler & Donnelly, 2006). Es hat sich unter Anwendung dieses Modells in Bezug auf Argumentationen zur Evolutionstheorie gezeigt, dass Schüler häufig strukturell nur auf einem geringen Niveau argumentieren (Tavares et al., 2010) aber auch zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen hochkomplexe Argumentationen - ohne eine fachspezifische argumentative Vorbildung - vortragen können (s. Kap. 3). Trotzdem kann eine Argumentation, obwohl sie hochkomplex ist, inhaltlich Schwächen aufweisen (Clark & Sampson, 2008), selbst wenn der Schüler Gegenargumente und Einwände berücksichtigt (Nussbaum & Kardash, 2005).

Argumentationsmuster und Plausibilität

Alternativ zur reinen Bewertung der Struktur werden sogenannte Argumentationsmuster (Kienpointner, 1992; Walton, 1996) als Basis für die Analyse von Schülerargumentationen vorgeschlagen (Duschl, 2007; Nussbaum, 2011; Nussbaum & Edwards, 2011; Corner, 2012). Bei diesen Mustern handelt es sich um „stereotypical patterns of defeasible reasoning that typically occur in common, everyday arguments (Blair, 2000; Walton, 1990, zit. n. Walton & Godden, 2005, S. 1), die aber mit ihren fachwissenschaftlichen Varianten sowohl in Argumentationen in den Natur-, als auch in den Geisteswissenschaften Verwendung finden (Duschl, 2007). Dies ist darin begründet, dass sie sowohl normative, wertende, als auch deskriptive Varianten umfassen (Kienpointner, 1992; s. Tabelle 5) und damit auf alle zuvor genannten deskriptiv oder deskriptiv-normativ zu beantwortenden Problemstellungen anwendbar sind.

Allgemein wird in Argumentationsmustern von einem oder mehreren Argumenten, den Prämissen, über eine Schlussregel, die zumeist implizit vorliegt und nicht sprachlich expliziert wird, auf eine Konklusion geschlossen. Als Beispiel sei hier ein Ursache-Wirkungs-Muster genannt, da kausale Zusammenhänge das Grundprinzip naturwissenschaftlicher Argumentation darstellen und gleichzeitig auch in alltäglichen Kontexten häufig Anwendung finden (z. B. Bricker & Bell, 2012):

Tabelle 5: Formale Darstellung eines deskriptiven und normativen Kausalmusters in Anlehnung an Kienpointner (1992) und alternative Begriffe aus der Strukturanalyse von Argumentationen nach dem TAP (*Toulmin-Argument-Pattern*)

Element	Deskriptiv	Normativ
Schlussregel (TAP: „Warrant“):	Wenn die Ursache (im Sinne einer hinreichenden oder notwendigen Bedingung) vorliegt, tritt die Wirkung auf	Wenn die Ursache Bewertung X rechtfertigt, ist auch die Wirkung mit X zu bewerten.
Argument (TAP: „Data“)	Die Ursache liegt vor.	Die Ursache ist mit X zu bewerten.
Konklusion (TAP: „Claim“)	<u>Also:</u> Die Wirkung wird auftreten.	<u>Also:</u> Die Wirkung ist mit X zu bewerten.

Am konkreten Beispiel der Evolutionstheorie und der Schöpfungserzählung unterscheidet sich die Verwendung der Muster (z. B. Analogie- und Autoritätsmuster), je nachdem, aus Sicht welches Faches Schüler das Verhältnis betrachten und über welchen konkreten Inhalt sie sprechen (s. Kap. 4).

Die Qualität der Argumentationsmuster lässt sich im Rahmen einer Analyse der Plausibilität hinterfragen (Rescher, 1976 zit. n. Nussbaum, 2011). In der Betrachtung von Alltagsargumentation richtet sich die Plausibilität eines Argumentationsmusters danach, ob die für die Konklusion angeführten Argumente haltbar, d.h. wahr bzw. wahrscheinlich sind und ob sie für die Konklusion relevant sind, d. h. in inhaltlich passender Weise mit der jeweiligen Konklusion zusammenhängen (Kienpointner, 1992, S. 17) und eine Schlussregel gefunden werden kann, die inhaltlich relevant auf die Konklusion schließen lässt.

Dabei steht die Plausibilität einer Argumentation immer im Verhältnis zu anderen Argumentationen, die entsprechend *plausibler* oder *unplausibler* sind (Nussbaum, 2011; Walton, 2005). Sie gibt die Qualität der Argumente wieder (Walton, 2006) und muss, sofern neue Informationen für eine strittige Fragestellung zur Verfügung stehen, neu hinterfragt werden (Walton, 2005, S. 151). Auch wenn die von Walton angeführten Beispiele sich vor allem auf die Jurisprudenz beziehen, trifft dies im Besonderen auch auf Schülerdiskussionen zu, in denen für eine fachwissenschaftliche Fragestellung aus Sicht der Schüler zunächst keine eindeutige Lösung vorliegt, wie z. B. bei einer Diskussion um den Lamarckismus, der Schülerinnen und Schülern aufgrund einer teleologischen Denkweise plausibler erscheint (z. B. González Galli & Meinardi, 2011). Kienpointner (1992, S. 20) gibt ein alltagssprachliches unplausibles Beispiel, das dies verdeutlichen soll: „London ist die Hauptstadt von Großbritannien, weil Paris die Hauptstadt von Frankreich ist“. In diesem Beispiel ist das Argument wahr („Paris ist die Hauptstadt von Frankreich“), d. h. haltbar, doch kann keine Schlussregel gefunden werden, die in dieser allgemeinen Formulierung ohne Ausnahmeregeln einen relevanten Schluss auf die Konklusion zulässt. In Bezug auf das Verhältnis von Evolution und Schöpfung ist also zu fragen, inwiefern die vorgebrachten Argumente den Konzepten der fachwissenschaftlichen Perspektive entsprechen, z. B. in Bezug auf die Evolutionstheorie und einem angemessenen Verständnis der Nature of Science (z. B. Lederman et al., 2002).

Obwohl das Beispiel hinsichtlich Plausibilität und Relevanz eindeutig ist, ist insbesondere die Relevanz ein gradueller Begriff (Kienpointner, 1992, S. 20). In Anlehnung an Sperber und Wilson (1986, zit. n. Kienpointner, 1992) schlägt Kienpointner vor, dass die Relevanz groß ist, sofern die „kontextuellen Effekte groß sind und die kognitive Anstrengung klein ist“ (S. 21), um von den Argumenten auf die Konklusion zu schließen. Dabei sind die „kontextuellen Effekte“ zu verstehen als zum Inhalt, z. B. zur Evolutionstheorie im Sinne der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung („scientific inquiry“, z. B. Schwarz et al., 2008) passende Schlussfolgerungen.

Argument-Gegenargument-Integration: Kritische Reflexion

Neben der Struktur und der Plausibilität als Merkmale für qualitativ hochwertige Argumentationen ist fächerübergreifend die Fähigkeit, Gegenargumente zu antizipieren oder in die eigene Argumentation zu integrieren, ein weiteres Qualitätsmerkmal. In den Naturwissenschaften findet dies im Besonderen in Modellen zur Bewertungskompetenz Beachtung (z. B. Eggert & Bögeholz, 2006). Die Fähigkeit mit Gegenargumenten umzugehen und den eigenen Standpunkt zu reflektieren wird dabei in Zusammenhang mit höher entwickelten epistemologischen Überzeugungen gesehen, da die soziale Bedingtheit und Subjektivität von Wissen verstanden wird (z. B. Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008). Dies schließt auch ein besseres Verständnis für die Nature of Science ein (Khishfe, 2012).

Generell stehen beim Umgang mit Gegenargumenten dem Proponenten verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Nussbaum und Schraw (2010) systematisierten diese in Anlehnung an Leitão (2000) und im Zusammenhang mit der Fähigkeit kritisch zu denken als (1) die Gegenargumente abzulehnen („refutation strategy“), (2) einen Kompromiss zwischen beiden Standpunkten zu finden, was als eigentliche Synthese bezeichnet wird („synthesizing“ oder „design-claim“, Nussbaum & Edwards, 2011) oder schließlich (3) durch Abwägung („weighing“) zu einem Ergebnis zu kommen und dieses zu reflektieren. Besonders in den Kompetenzmodellen zur Bewertungskompetenz finden diese Strategien Beachtung, da auf höheren Stufen analysiert wird, inwiefern ein Perspektivenwechsel durchgeführt wird und im Besonderen normative Elemente hinterfragt (Mittelsten Scheid & Hössle, 2008) oder alternative Perspektiven und Gegenargumente im Rahmen von komplexen Entscheidungsfragen genannt und berücksichtigt werden (Eggert & Bögeholz, 2010).

6.3. Ziel und Fragestellungen

Auf Basis dieses theoretischen Hintergrundes soll die Möglichkeit geschaffen werden, fächerübergreifend für die Fächer Biologie und Religion ein Modell zur Bewertung der Qualität von Argumentationen zu erschließen. Argumentationsgegenstand für diesen Zweck ist das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen, das für Schüler einen strittigen Lerngegenstand darstellt (*controversial issue*, Hermann, 2008). Für diesen Gegenstand und Diskussionen, die damit zusammenhängen, sind sowohl Verständnis für das Fach (z. B. für die Natur der Naturwissenschaften) als auch inhaltliches Verständnis notwendig (z. B. Reiss, 2008). Er eignet sich deshalb als Argumentationsgegenstand, um Argumentationen in verschiedenen Fächern wie Biologie und Religion zu beobachten, zu vergleichen, ihre Qualität zu bestimmen und auf Aspekte eines fächerübergreifenden Modells von Argumentationsfähigkeit zu schließen.

Als Ausgangspunkt für die Bewertung der Qualität der Argumentationen sollen die theoretischen Überlegungen zur Plausibilität der Argumentationen, ihrer Struktur und der Umgang mit Gegenargumenten im Rahmen des Argumentationsprozesses dienen. Es ergeben sich also folgende Forschungsfragen:

- 1) Inwiefern lassen sich Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen in ihrer *Struktur* unterscheiden?
- 2) Inwiefern formulieren Schülerinnen und Schüler *plausible* Argumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen?
- 3) Inwiefern berücksichtigen Schüler Gegenargumente in ihrem Argumentationsprozess und *reflektieren* ihre Konklusionen damit *kritisch*?

Für alle drei Forschungsfragen gilt des Weiteren zu ermitteln, inwiefern sich Unterschiede identifizieren lassen.

6.4. Methode

6.4.1. Studiendesign und Stichprobe

Um die Forschungsfragen zu beantworten wurde ein qualitativ-explorativer Ansatz gewählt. Im Rahmen einer argumentativ-diskursiven Aufgabe wurden Schüler gebeten, sich entweder in die Rolle eines Theologen bzw. religiösen Menschen oder eines Evolutionstheoretikers bzw. Biologen hineinzusetzen und von dieser Perspektive aus, entweder für die Akzeptanz der Evolutionstheorie oder für einen Glauben an die Schöpfungserzählungen zu argumentieren. Dies hat zum Zweck, eine möglichst große Bandbreite an Argumentationen in Bezug auf das Thema Evolution und Schöpfung zu erfassen. Es nahmen Schüler ($N=48$) der 11. und 12. Jahrgangsstufe an der Studie teil (Alter 16-19 Jahre). Sie wurden zufällig auf die beiden Aufgabenbedingungen verteilt. Die genaue Anlage der Versuchsinstrumente und der Stichprobe ist an anderer Stelle (s. Kap. 4) genauer beschrieben.

6.4.2. Qualitative Inhaltsanalyse

Die Analyse der Schülertexte wurde anhand einer skalierenden Strukturierung im Rahmen einer Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) durchgeführt. Zentral für die Inhaltsanalyse sind die regelbasiert entwickelten Kategorien, die in der vorliegenden Studie deduktiv, d.h. theoriegeleitet entwickelt wurden. Als deduktives Kategoriensystem für die Strukturierung dienten die in Teilstudie 1 für den fachspezifischen Ansatz entwickelten Kategorien (s. Kap. 3). Um die Qualitätskriterien qualitativer Forschung zu erfüllen, wurden Voranalysen durchgeführt, die in Tabelle 6 schematisch dargestellt sind. Diese dienten dazu, die materialorientierte Validität und Reliabilität der Kategorien

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit

nachzuweisen (zur Diskussion der Begriffe Validität und Reliabilität bei qualitativer Forschung vgl. Flick, 1987; Krippendorff, 1980; Mayring, 2002 zit. nach Mayring, 2010). Im Rahmen dieser Voranalysen wurden zunächst die Muster identifiziert (s. Kap. 4) und die Argumentationen nach (1) Pro- bzw. Contra-Argumenten, (2) deskriptiven bzw. normativen und (3) nach ihrem Inhalt (zu Evolution oder zu Schöpfung) analysiert (s. Kap. 5).

Tabelle 6: Schritte der Voranalysen

Analyseschritt	Ziel	Ergebnis
Expertenbeurteilung durch Lehrkräfte der Fächer Biologie, Deutsch und Religion (n=5) pro Fachgebiet mind. 3 Urteile	Validierung des Argumentationsanlasses	Experten kommen zu dem Urteil, die Aufgabenstellung sei geeignet, (1) um Schülerargumentationen zu induzieren, (2) da die Schüler über das notwendige Wissen und sprachliche verfügen und (3) die Aufgabe im gegebenen Zeitrahmen gelöst werden kann
Vorstudie (n=5)	1. Überprüfung der Eignung des Materials 2. Kategoriensystem zur Bestimmung der Argumentationsmuster 3. Entwicklung eines Kategoriensystems zur Bestimmung des Inhalts der Argumente (z. B. naturwiss. Evidenz)	(1) Identifizierung argumentativer Abschnitte (2) IRR für Kategoriensystem zur Musterbestimmung: 90% (3) IRR für Kategoriensystem zur Bestimmung des Inhalts der Argumente: 91%
Hauptstudie (n=43)		
Teilstudie 2: Identifizierung und Vergleich der Verwendung von Argumentationsmustern (s. Kap. 4)	1. Vergleich nach der Perspektive, die Schüler auf das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung einnehmen (Fachlicher Kontext: Biologie vs. Theologie) 2. Vergleich nach dem Inhalt der Argumentation (fachlicher Inhalt: fachspezifisch biologisch; fachspezifisch theologisch; Mischform)	(1) Fachlicher <i>Kontext</i> : fachspezifische Verwendung <u>Theologie</u> : illustrative Beispielmuster, Handlung-Folge-Muster; <u>Biologie</u> : Einordnungsmuster; fächerübergreifende Verwendung der übrigen Muster (z. B. Ursache-Wirkungs-Muster) (2) Fachlicher <i>Inhalt</i> : fachspezifische Verwendung <u>Theologie</u> : Handlung-Folge-, Analogiemuster; <u>Biologie</u> : z.B. Autoritätsmuster; fächerübergreifende Verwendung illustrativer Beispielmuster
Teilstudie 3: Bestimmung des Inhalts der Argumente (s. Kap. 5)	Bestimmung von Argumenten und Gegenargumenten für und wider Evolutionstheorie bzw. Schöpfungserzählung	Beschreibung von Argumenten in Bezug auf ihren Inhalt (naturwissenschaftlich oder theologisch), die Gattung (normative oder deskriptiv) und die Bewertungsrichtung (positiv oder negativ)

6.4.3. Datenanalyse

Zur Erfassung der *Struktur* wird auf Erkenntnisse zur Struktur von Argumentationen (z. B. Osborne et al., 2004) zurückgegriffen. Grundlage für die Analyse stellen die Kategorien zur Analyse von Schülerargumentationen zur Evolutionstheorie dar (s. Kap.

3). Um des Weiteren eine detailliertere Aussage über die Qualität der Argumentation machen zu können, wird eine Analyse der *Plausibilität* vorgenommen. Generell können Aussagen als schwach-, mäßig- und hochplausibel (Walton, 2005) beschrieben werden. Als Ausgangspunkt zur Erfassung der Plausibilität werden sogenannte *Kritische Fragen* (z. B. Kienpointner, 1996) genutzt. An jedes der Argumentationsmuster, die im Rahmen der Teilstudie 2 identifiziert wurden, sind spezifische kritische Fragen gebunden (Walton & Godden, 2005), die nach der *Haltbarkeit* bzw. der *Relevanz* der Argumente fragen. Exemplarisch sind die allgemeinen Formen der kritischen Fragen für ein Autoritätsmuster in Kap. 1.1.1. (S. 7) dargestellt. Bei der Analyse der Argumentationen wurden sie an den spezifischen Inhalt der Argumentation angepasst. Es gilt, dass je mehr Fragen positiv beantwortet werden können, desto plausibler ist eine Argumentation (Nussbaum, 2011). Im vorliegenden Fall kann auf eine relative Unplausibilität geschlossen werden, sofern die Fragen teilweise oder gänzlich nur negativ beantwortet werden konnten. Zuletzt, zur Erfassung der Fähigkeit, Gegenargumente zu antizipieren und damit den eigenen Standpunkt *kritisch zu reflektieren*, wird auf Ergebnisse der Teilstudie 3 zurückgegriffen, im Rahmen derer u.a. die Pro- und Contraargumente der Schüler identifiziert wurden. Die Überprüfung der Inter-Rater-Reliabilität ergab eine Übereinstimmung von 91%.

6.5. Ergebnisse

Bei den Fragestellungen geht es um die qualitative Identifizierung von Merkmals- und Niveauunterschieden im Rahmen der Argumentation, wie es z. B. auch bei Mittelsten Scheid und Hössle (2008) der Fall war. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Studie auf quantitative Vergleiche der Häufigkeit einer Kategorie verzichtet. In den Ergebnissen werden die Kategorien mit den entsprechenden Definitionen bzw. Beschreibungen und Beispielen dargestellt.

6.5.1. Ergebnisse zu Forschungsfrage 1

In Bezug auf die *Struktur* der Argumentationen konnten vier verschiedene Niveaus unterschieden werden. Im Gegensatz zu Teilstudie 1, in der fünf Niveaus unterschieden werden konnten, wurde hier das 5. Niveau (sehr hohe Komplexität), in dem auch Gegenargumente berücksichtigt wurden, nicht berücksichtigt (vgl. Kap. 3.3.). Dies begründet sich damit, dass in der Dimension *kritische Reflexion* die Gegenargumente und ihre Verwendung genauer berücksichtigt werden. Die vorliegende Analyse ging immer von der Behauptung (TAP: claim) bzw. Konklusion aus und identifizierte die zugehörigen Argumente (TAP: data), Schlussregeln (TAP: warrant) usw.

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit

Auf unterster Stufe stehen Argumentationen, die lediglich aus einer einfachen Konklusion ohne Argument bestehen und damit im Status der Behauptung verbleiben (**sehr geringe Komplexität**). Auf nächster Stufe wird ein einzelnes Argument (TAP: data) für eine Behauptung vorgetragen (**geringe Komplexität**). Auf Ebene der **mittleren Komplexität** werden mindestens ein Argument (TAP: data) und die entsprechende Schlussregel (TAP: warrant) genannt. Auf oberster Stufe werden mehrere Argumente und ihre Schlussregeln für eine Behauptung angeführt (**hohe Komplexität**). In Tabelle 7 sind beispielhaft für die Kategorien sehr geringe, mittlere und hohe Komplexität biologische und theologische Argumentationen dargestellt.

Tabelle 7: Kategorien zur Struktur von Argumentationen. Biologisches bzw. theologisches Beispiel heißt in diesem Fall, dass sich die Konklusion entweder auf Evolution bzw. Naturwissenschaften allgemein (biologisch) oder Schöpfung bzw. Glaube allgemein (theologisch) bezieht

	Biologisches Beispiel	Theologisches Beispiel
Sehr geringe Komplexität	[...] auch die Basis der Evolutionstheorie schließt einen Glauben an die göttliche Schöpfung im Großen und Ganzen nicht aus.	[...] Gott hat uns geschaffen und wir sind gewollt. [Wir sind] nicht nur entstanden durch einen Zufall der Natur.
Mittlere Komplexität.	Tiere entwickeln sich [...], weil sie bestimmte Fähigkeiten haben (Argument) [...], wodurch sie sich einen Vorteil gegenüber anderen Artgenossen verschaffen (Schlussregel) und [deshalb] überleben (Konklusion).	Wie viele Wissenschaftler haben nicht längst bewiesen, dass die Erde nicht in sieben Tagen so entstand, wie sie heute ist? (Argument) [...]. Wissenschaftliche Daten sind deutlich glaubwürdiger, als die Geschichten in einem Buch (Schlussregel). Aus all diesen aufgezählten Gründen, kann ich die Schöpfung der Erde in sieben Tagen nur als falsch enttarnen (Konklusion).
Hohe Komplexität	Die kleinen Unterschiede [...] zwischen Menschenaffen und Menschen sind [...] durch die Evolution entstanden (Konklusion). Es war in bestimmten Situationen praktischer auf zwei Beinen zu laufen als auf vier (Argument). Dadurch konnten die Vorfahren der Menschen, welche auf zwei Beinen gingen ihren Feinden entkommen und sie konnten z. B. Nahrung besser erreichen (illustrative Beispiele), sodass diese überlebten und Nachkommen bekamen und somit ihre Gene weitergaben (Schlussregel).	Die Schöpfung durch die Hand Gottes ist ein Geschenk an die Menschheit (Konklusion). Für einen Evolutionstheoretiker mag das schwer zu glauben sein (Schlussregel), weil viele Erkenntnisse [aus] Versuchen beweisen, dass die Erde durch einen Urknall entstand (Argument). Doch der Glaube an eine solche unbewiesene Art der Entstehung der Erde gibt den Menschen Mut, die schon alles verloren haben (Schlussregel). Denken wir an unsere Mitmenschen, die unter Hungersnot und Armut leiden (Illustratives Beispiel).

6.5.2. Ergebnisse zu Forschungsfrage 2

In Bezug auf die Plausibilität wurden anhand der kritischen Fragen drei Niveaus unterschieden, die von der fachlichen Eignung der Argumente – der Haltbarkeit – und der Angemessenheit für das Argumentieren in dem Fach – der Relevanz – abhängen.

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit

Schematisch steigert sich die Plausibilität, je mehr der Fragen positiv beantwortet werden können und damit Relevanz und Haltbarkeit der Argumente gegeben sind (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Merkmalsunterschiede in Bezug auf die Plausibilität der Argumentation; mit **-gekennzeichnete Fragen sind entgegengesetzt zu kodieren. Dargestellt sind die identifizierten Argumentationsmuster mit den jeweiligen kritischen Fragen, die an den jeweiligen Inhalt der Argumentation angeglichen sind.

	Definition	Biologisches Beispiel	Theologisches Beispiel
Gering	<p>Für eine Konklusion werden Argumente genannt. Es liegen aber nur Argumente vor, die Alltagsvorstellungen oder naive Vorstellungen umfassen. Gleichzeitig werden diese Argumente für eine Konklusion bzw. bzgl. einer Domäne verwendet für die sie nicht relevant sind. Keine der kritischen Fragen kann positiv beantwortet werden.</p> <p>Haltbarkeit der Argumente: gering Inhaltliche Relevanz: gering</p>	<p>Vergleichsmuster (Schüler: t12B): Was tun wir, wenn wir der Evolutionstheorie zusagen? Wir glauben daran. Wir glauben, dass etwas Naturwissenschaftliches richtig ist. (Argument) Es gibt also auch eine Verbindung von Religion und Naturwissenschaft. (Schlussregel) Der Glaube ist zwar naturwissenschaftlich nicht nachzuweisen, [...] doch trotzdem gehen Naturwissenschaftler davon aus, dass es ihn gibt! (Konklusion)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. **Sind <i>Naturwissenschaft</i> und <i>Religion</i> bezüglich des <i>Glaubens</i> aus <i>wissenschaftstheoretischer Sicht</i> gleich? Nein 2. Ist die angeführte Gleichheit von Glauben im Diskussionszusammenhang relevant? Nein 3. **Werden Unterschiede zwischen <i>Naturwissenschaft</i> und <i>Religion</i>, die von Belang sind, vernachlässigt? Ja 4. Ist die Bewertung von <i>Naturwissenschaft</i> und <i>Religion</i> in ihren Gleichheiten nach <i>wissenschaftstheoretischen</i> Standards akzeptabel? Nein 	<p>Vergleichsmuster (Schüler T04A): Die Evolutionstheorie geht davon aus dass wir von Affen abstammen, also von Primaten. Wie lässt sich erklären, dass die Evolutionstheorie davon ausgeht, dass wir wie Tiere sind. Ich meine es lässt sich nicht erklären den die Menschen mit Tieren gleichzusetzen [...] (Argumente). Ich frage mich wieso haben wir eine so technologischen Fortschritt aber zum Beispiel andere Tiere nicht. (Schlussregel) Weil ich glaube, dass uns diese Fähigkeit von Gott gegeben wurde und sie nicht aus Millionen Jahren dauernder Evolution entstand (Konklusion).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. **Sind Menschen und andere Primaten bezüglich einer <i>deskriptiven biologischen Betrachtungsweise</i> her unterschiedlich? Ja 2. Sind die <i>angeführten biologischen Unterschiede</i> im Diskussionszusammenhang relevant? Nein 3. **Werden auf biologischer Ebene Unterschiede zwischen Menschen und anderen Primaten, die von Belang sind, vernachlässigt? Ja 4. Ist die Bewertung von <i>Menschen und Primaten</i> in ihren <i>Unterschieden</i> nach <i>biologischen</i> Standards akzeptabel? Nein

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit

Mäßig	<p>Argumentation enthält teilweise Elemente, die der fachwissenschaftlich inhaltlichen (biologischen oder theologischen) Norm entsprechen. Die Argumente werden jedoch nicht fachlich angemessen im Sinne der Fragen mit denen sich die jeweilige Domäne beschäftigt, interpretiert oder für eine dafür irrelevante Konklusion verwendet.</p> <p>Haltbarkeit der Argumente: mäßig/hoch Inhaltlich Relevanz: gering oder Haltbarkeit der Argumente: gering Inhaltlich Relevanz: mäßig/hoch</p>	<p>Ursache-Wirkungs-Muster (T03A): [...] es kann sehr gut sein, dass sich die Menschen aus [einem gemeinsamen Vorfahren mit] den Affen entwickelt haben. [...] Dies ist [...] von der Wissenschaft bezeugt worden (Argument) und daran kann man auch nicht rütteln (Schlussregel). Wer es doch tut, dessen Theorie wird als nicht glaubwürdig erachtet. (Konklusion)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Liegt der Beleg durch die Wissenschaft wirklich vor? Ja 2. Liegt die Unglaubwürdigkeit (ohne Vorliegen von Belegen für eine alternative Theorie) wirklich vor? Ja 3. Führt die in Frage stehende Ursache regelmäßig zur Wirkung? Nein, da trotz wissenschaftlicher Belege, Theorien inadäquat sein können (Falsifizierbarkeit) 4. Unterbleibt die Wirkung, wenn die Ursache nicht vorliegt? Ja 	<p>Induktives Beispielmuster (t11B): Alle anderen Spezies haben sich ebenfalls an den eigenen Lebensraum gewöhnt. Alle Tiere haben einen gemeinsamen Vorfahren, dieser hat sich in verschiedenen Lebensräumen unterschiedlich entwickelt, sodass es heute unzählige Arten gibt. (Argumente) Diese Erkenntnisse schließen eine Schöpfung in sieben Tagen eindeutig aus. (Konklusion).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Können auf Verlangen weitere Beispiele für die Evolution gegeben werden? Ja 2. Können sie eventuell durch eine statistisch relevante Datenbasis gestützt werden? Ja 3. **Sind die Verallgemeinerungen zu schwach? Nein 4. Sind die Beispiele als Gegenargument gegen den Glauben an die Schöpfungsgeschichte treffend und typisch anzusehen? Nein
Hoch	<p>Argumente entsprechen fachlich den biologischen bzw. theologischen Ansprüchen in Bezug auf die Inhalte und das Verständnis der jeweiligen Fachwissenschaft; Alle kritischen Fragen können positive beantwortet werden.</p> <p>Haltbarkeit der Argumente: hoch Inhaltliche Relevanz: hoch</p>	<p>Ursache-Wirkungs-Muster (t11B): Die kleinen Unterschiede [...] zwischen Menschenaffen und Menschen sind [...] durch die Evolution entstanden. (Konklusion) Es war in bestimmten Situationen praktischer auf zwei Beinen zu laufen als auf vier (Argument). Dadurch konnten die Vorfahren der Menschen, welche auf zwei Beinen gingen [...] z. B. Nahrung besser erreichen (illustratives Beispiel), sodass diese überlebten, Nachkommen bekamen und somit ihre Gene weitergaben (Schlussregel).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hat Bipedie wirklich die genannten Vorteile? Ja 2. Kann Bipedie ein Auslöser für natürliche Selektion sein? Ja 3. Führt die Entstehung positiver Merkmale regelmäßig zur Selektion? Ja 4. Unterbleibt die Selektion, wenn die Ursache nicht vorliegt? Ja 	<p>Definitionsmuster (tn04A): Die Gruppe von Menschen, zu der ich [...] mich ebenfalls zähle – die Gläubigen – entschied sich mit der Taufe und Konfirmation weder gegen die Evolutionstheorie, noch für sie (Argument). Ich persönlich sehe Religion, als Möglichkeit mich mit anderen Menschen, über Ängste und Gedanken auszutauschen (Schlussregel). [Also geht es] nicht darum, dass wir wissenschaftliche Erkenntnisse verneinen, sondern darum, dass wir an ein höheres etwas – Gott – glauben (Konklusion).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ist die Definition von Religion bzw. Glauben z. B. durch Expertenmeinungen legitimiert? Ja 2. Ist sie durch andere seriöse (z. B. wissenschaftliche) Gründe akzeptabel? Ja 3. Ist die Definition klar (d. h. weder mehrdeutig noch zirkulär)? Ja 4. Gilt die Eigenschaft X wirklich für die Definition/ das Definierte? Ja

6.5.3. Ergebnisse zu Forschungsfrage 3

Wie auch in der Aufgabenstellung des Impulses gefordert, kommen die Schülerinnen und Schüler zu wertenden Ergebnissen, die jedoch in Bezug auf das Antizipieren von Gegenargumenten und der Reflexion teilweise mit Schwierigkeiten behaftet waren. In Tabelle 9 ist eine inhaltliche Beschreibung der drei Niveaus, die durch die qualitative Inhaltsanalyse identifiziert werden konnten, dargestellt. Mit steigendem Niveau erfolgt eine stärkere Berücksichtigung der Gegenargumente bzw. eine kritische Reflexion. In Tabelle 10 befinden sich diese mit den entsprechenden Beschreibung und Ankerbeispielen.

Tabelle 9: Inhaltliche Beschreibung der Niveaus zu kritischer Reflexion

	Inhaltliche Beschreibung
gering	Es werden Argumente für die eigene Position vorgetragen; unreflektiertes Verwenden von Normen und Werten; Entscheidung beruht rein auf intuitiv-emotionaler Argumentation; Gegenargumente werden, wenn genannt, nicht für die Konklusionen berücksichtigt;
mäßig	Berücksichtigung und Darstellung von Argumenten zu beiden Domänen, wobei diese nur eingeschränkt hinterfragt werden;
hoch	Ausgeprägte Reflexion über Schwerpunkte und Grenzen der Domänen; Hinterfragen von normativer Argumentation; Hinterfragen von Konzepten wie „Wahrheit“ und „Wissen“

Tabelle 10: Niveaus kritischer Reflexion mit Ankerbeispielen

	Beschreibung	Ankerbeispiel
gering	Negative Konsequenzen der einen Domäne werden hervorgehoben; hauptsächlich negativ wertende Argumentation, die auf assoziativ-wertenden oder subjektiven Assoziationen (nach Mittelsten Scheid und Hössle, 2008) beruht.	<i>Was hat uns die Religion gebracht? Nur Unheil, sinnlose Kriege auf der Basis einiger Märchen. [...] Heute sind wir schlauer. Es gibt absolut keine Begründung, der biblischen Schöpfungsgeschichte auch nur annähernd so viel Interesse zuzuwenden wie der Evolutionsbiologie. (tn10B)</i>
gering	Unreflektierte Verwendung normativer Elemente als Möglichkeit der Verbindung beider Sichtweisen und Ignorierung von dem widersprechenden Normen und Werten, wie im Falle von z. B. sozialdarwinistische Schlüssen denen Grundsätze wie die Würde des Menschen widersprechen.	<i>Natürlich ist es so, dass Gott jeden Menschen mag und liebt und trotzdem wäre es auf Hinblick auf die Zukunft und Entwicklung der Welt nicht gut, wenn sich diese [Kranken] durchsetzen und fortpflanzen würden. Deshalb lässt sich Evolution und Schöpfung miteinander verbinden. (t11A)</i>
gering	Die eigene Argumentation beruht primär auf Autoritätsargumenten, wodurch „Allmachtspositionen“ geschaffen werden, z. B. für die Naturwissenschaften durch Aussagen wie „es kann nicht belegt werden“ oder auf Seiten der Theologie „man kann nicht wissen, ob Gott nicht doch das alles geplant“	<i>Aber durch wissenschaftliche Beweise weiß der Mensch, [...] Aus diesem Grunde, muss ich sagen, dass ich weiterhin die biblische Schöpfungsgeschichte für Schwachsinn halte, da diese Theorie keine Beweise hat und meinen Vermutungen nach auch niemals welche finden wird. (tn02B)</i>
gering	Ausschließliche Verwendung von Pro-Argumenten für die eigene Position und unbegründete Ablehnung von Gegenargumenten	<i>Diese Erkenntnisse schließen eine Schöpfung in sieben Tagen eindeutig aus. Wie sollte das Wunder der Evolution in sieben Tagen geschehen? Die Evolution ist unwiderlegbar (t11B).</i>

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit

mäßig	Versuch einer Verbindung beider Positionen, der jedoch nicht vollständig gelingt (unvollständiger „design-claim“)	<i>Also frage ich Sie: Was war vor dem Affen? In der Schöpfungsgeschichte steht, dass Gott den Menschen machte. Also ich für meinen Teil denke, dass Gott den Affen auf die Welt gesetzt hat und schon in Zukunft wusste, dass aus dem Affen der Mensch entsteht. [...] Da haben wir doch die Erklärung. Gott entwickelte aus den Tieren die Menschen (T03A).</i>
mäßig	Nur die eigene (in Bezug auf die vorgegebene Position) Domäne wird thematisiert, aber kritische Fragestellungen angesprochen (z. B. Theodizee oder Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung)	<i>Eine Frage, die auch für uns Theologen nicht leicht zu beantworten ist. Denn warum will Gott Krieg? Und im Zusammenhang zu dieser Frage, kann er dann überhaupt die Erde erschaffen haben, wenn er sie jetzt wieder zerstört? Was für ein Sinn steckt dahinter? (Tn27A)</i>
mäßig	Ausgeprägte Berücksichtigung beider Domänen, wobei sich deutlich für eine entschieden wird und damit die begründete Ablehnung von Gegenargumenten erfolgt.	<i>[Die Evolutionstheorie] klingt [...] sehr logisch, nicht wahr. Ich denke schon, logischer als die biblische Schöpfungsgeschichte. Deswegen fällt es mir leichter das zu glauben, auch wenn ich mir sicher bin, dass es einen Gott gibt. (Tn03B)</i>
mäßig	Auftrennung und Berücksichtigung beider Bereiche mit sowohl deskriptiver als auch normativer Argumentation; Einnahme einer neutralen Position	<i>Es gibt natürlich auch Menschen, die sich nicht entscheiden können, welche Theorie von beiden nun richtig ist und welche falsch ist. [...] Kann man an beides glauben? Man könnte sagen, dass beide Theorien aus einer anderen Perspektive entstanden sind. Demnach wären also beide richtig! Also ja dies wäre möglich (t12B)</i>
hoch	Reflektiertes Hinterfragen der beiden Sichtweisen und Einnahme einer Meta-Position	<i>Religion ist nicht, wie man zunächst aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse zu wissen meint, Schwachsinn. Religion kann Menschen die Möglichkeit bieten, ihrem Leben einen Sinn zu geben. Und genau aus diesem Grund ist es wichtig beide Seiten der Thematik zu kennen. Wir müssen hinterfragen und informieren um kein unbedachtes Urteil zu fällen.(tn10B)</i>
hoch	Komplementarität wird gesehen und eine Dialogposition eingenommen. Berücksichtigung beider Sichtweisen: Dies ergibt sich aus einer differenzierten und distanzierten Position auf das Verhältnis der beiden Sichtweisen. Gekennzeichnet durch das Abwägen der Argumente.	<i>Doch ich bin davon überzeugt, dass die Welt nach dem Urknall auf natürlichem/biologischen Weg anstatt auf göttlichem entstanden ist. Es ist das, was biologisch erwiesen ist [...]. Der Glaube] spielt keine Rolle in der Entstehungstheorie, hilft uns doch nur im alltäglichen oder auch privaten Leben. Es dient zur stütze eines jeden Menschen, die Biologie eher zum Lernen und verstehen der kleinsten Teile der Welt. (Tn11B)</i>

6.6. Diskussion und Ausblick

Im Rahmen dieser Studie wird entsprechend des Ziels qualitativer Forschung, die explorativ-hypothesengenerierend vorgeht (Mayring, 2010), ein fächerübergreifendes Modell von Argumentationsfähigkeit entwickelt. Die Analyse hat gezeigt, dass sich Schülerargumentationen fächerübergreifend dahingehend beschreiben lassen, ob es (1) dem Schüler gelingt komplexe Argumentationen zu erstellen im Rahmen derer nicht nur einzelne sondern mehrere Argumente zur Positionsfindung geliefert werden, ob er (2) die fachlichen Inhalte der jeweiligen Domäne beherrscht und dabei die entsprechenden Argumente (Begründungen, Daten, Normen oder Werte) plausibel verwendet und (3) die Fähigkeit zum Perspektivenwechsel vorliegt und seine eigene Position unter Berücksichtigung von Gegenargumenten kritisch hinterfragt.

6.6.1. Diskussion in Bezug auf die Struktur des Argumentationsprodukts

Unter dem Aspekt der Struktur der Argumentation ist die Analyse der Zusammensetzung einer Argumentation aus einzelnen Elementen zu verstehen. Zunehmende Komplexität geht damit einher, dass durch den Schüler zunächst überhaupt eine zu identifizierende Konklusion aufgestellt wird und Argumente bzw. mehr Argumente hervorgebracht werden. Die Schwäche rein struktureller Analysen sind ausführlich diskutiert, da sich unter anderem Probleme bei der Anwendung des Schemas gezeigt haben, da manche Elemente implizit bleiben (z. B. Duschl, 2007), die einzelnen Elemente ungenau definiert sind (Kelly & Takao, 2002) und die Aussagekraft der Kategorien schwach ist (Sampson & Clark, 2008). Trotz dieser Schwächen ließen sich durch die vorliegende Analyse die Niveaus, die bereits in Teilstudie 1 für den fachspezifisch biologischen Gegenstand Evolutionstheorie identifiziert wurde, replizieren und auch auf theologische Argumentationen ausweiten.

Auf der Stufe der **sehr geringen Komplexität** stellen Schüler einfache Behauptungen auf, ohne diese mit einem eindeutig identifizierbaren Argument zu begründen und nur weitere Behauptungen anzuschließen. Dies beschreibt im Besonderen die Argumentationsweisen von jungen und unerfahrenen Schülern (z. B. Goldstein et al., 2009; Osborne et al., 2004), erfüllt aber gleichzeitig die fächerübergreifende Anforderung, eine argumentative Position einnehmen zu können (Willenberg et al., 2007). Erst auf der Stufe der **geringen Komplexität** werden Argumente genannt und für eine Konklusion angeführt.

Entscheidend für die Kategorie der mittleren Komplexität ist die Anwesenheit von identifizierbaren Argumenten und einer entsprechenden Schlussregel. Es gelingt dem Schüler zumindest die Grundform einer Argumentation zu erstellen (für die Naturwissenschaften: z. B. Berland & Reiser, 2009).

Auf dem Niveau der **hohen Komplexität** greift die Beschreibung die Anforderung auf, multiple Begründungen (Zohar & Nemet, 2002) für eine Konklusion anbringen zu können. Dies kann im vorliegenden Fall im Besonderen durch die Illustrationen geschehen, die auch in der Alltagsargumentation eine Rolle spielen (Walton, 1996; Willenberg et al., 2007) und in beiden Domänen von Schülern ausgiebig verwendet werden.

6.6.2. Diskussion in Bezug auf die Plausibilität der Argumentation

Im Besonderen in den Naturwissenschaften stehen verschiedene Modelle zur Bewertung der Qualität der einzelner Elemente einer Argumentation zur Verfügung, um den Problemen bei der Anwendung des Toulmin-Argument-Pattern zu begegnen (z. B. Sandoval & Millwood, 2005). Häufig sind diese jedoch beschränkt auf Fragestellungen, bei denen es eine eindeutige Lösung gibt (Nussbaum, 2011). Plausibilität als allgemeines Maß lässt sich sowohl auf den Bereich der Naturwissenschaften als auch der Theologie anwenden, da jedes Fach mit seinen Spezifika (z. B. der Nature of Science) die Plausibilität einer Argumentation vorgibt.

In Bezug auf die Haltbarkeit der Argumente sind die Kategorien konform mit den bisherigen Modellen zur Beschreibung des deskriptiven Argumentierens in den Naturwissenschaften, wie dem zur Beschreibung der konzeptuellen Qualität von Sampson und Clark (2008) und der Einbindung naturwissenschaftlicher Evidenz bei ethisch-sozialen Fragestellungen (z. B. Zohar & Nemet, 2002). Zusätzlich beachtet die Analyse der Plausibilität durch die kritischen Fragen, inwiefern auch für eine Domäne relevante Schlüsse gezogen werden. Im Besonderen in den Naturwissenschaften wird die Bedeutung der Relevanz hervorgehoben, da Schüler häufig Schwierigkeiten haben, den Zusammenhang zwischen Argumenten und Konklusion herzustellen und zu begründen, warum sie bestimmte Argumente verwenden (Bell & Linn, 2000; McNeill, Lizotte, Krajcik, Marx, 2006). Somit ermöglicht eine Analyse der Plausibilität, Aussagen darüber zu treffen, welche Qualität die Argumentation eines Schülers in den unterschiedlichen Fächern aufweist, da sie über die kritischen Fragen die jeweiligen Anforderungen präzisiert und sich damit als Ergänzung zu einer Strukturanalyse eignet.

6.6.3. Diskussion in Bezug auf die kritische Reflexion

Der dritte Aspekt, der untersucht wurde, die Fähigkeit, die eigene Position zu hinterfragen und sie damit zu stärken, da Gegenargumente antizipiert werden (Kuhn, 1991), ließ sich in drei Niveaus unterscheiden. Eine stärkere Einbindung von Gegenargumenten geht mit einer stärkeren Reflexion über die eigene Position einher. Suchte ein Schüler z. B. nach einer Verbindung der beiden Perspektiven und wurden Normen sowie Werte,

wie beispielsweise die Würde des Menschen, ignoriert, so dass er zu einem sozialdarwinistischen Schluss kommt (**geringe kritische Reflexion**), ist dies ein Ausdruck dafür, dass der Schüler zwar Informationen kennt, diese aber ignoriert und lediglich einseitige Argumente produziert (Schwarz & Glassner., 2003).

Die Bewertung von komplexen Entscheidungsfragen bedeutet auch, fachwissenschaftliche Erkenntnisse zu hinterfragen und sie in ihrer Bedeutung zu begrenzen. Sofern ein Schüler dies tut, erreicht er zumindest ein höheres Maß (**mäßige kritische Reflexion**) im Gegensatz zu einer unreflektierten Entscheidungsfindung. Dieses Niveau ist konform mit der Entwicklung der epistemologischen Überzeugungen, bei denen auf höheren Entwicklungsniveaus keine Allgemeingültigkeit von Wissen mehr angenommen wird (z. B. Relativismus, Postrelativismus; Krettenhauer, 2005).

Auf höchstem Niveau stehen die Argumentationen, die nach einer Synthese der beiden Positionen suchen, indem vorhandene Gegenargumente in der eigenen Argumentation berücksichtigt werden und damit ein klarer Perspektivenwechsel in Verbindung mit dem Abwägen der Argumente zu erkennen ist (**hohe kritische Reflexion**) (Nussbaum & Schraw, 2010; Eggert & Bögeholz, 2010).

6.6.4. Ausblick

Im Fach Biologie zählt Argumentation explizit zum Kompetenzbereich Kommunikation, hat aber auch implizit eine Bedeutung in den anderen Kompetenzbereichen (vgl. Mittels-ten Scheid, 2009). Im Besonderen fächerübergreifende Fragestellungen wie die des Verhältnisses von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung stellen an Schüler multiple Anforderungen aus den unterschiedlichen Bereichen der Argumentationsfähigkeit. Ging es in diesem ersten Schritt zunächst um eine qualitative Identifizierung der verschiedenen Merkmale, in denen sich die Schülerargumentationen zu Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung unterscheiden, wurde hier noch keine quantitative Beschreibung eines Modells Argumentationsfähigkeit vorgenommen. Die im Rahmen der qualitativen Analysen identifizierten Unterschiede sind dabei nicht als absolute Niveaustufen zu verstehen, sondern nur als identifizierte graduelle, aber relative zueinander stehende Unterschiede. Auf Basis der Aspekte Struktur, Plausibilität und der kritischen Reflexion gilt es nun in einem weiteren Schritt, Niveaustufen zu unterscheiden und diese mit quantitativen Methoden zu belegen.

Es wird zu klären sein, wie sich die einzelnen Aspekte zueinander verhalten, d. h. sind sie aufeinander aufbauende Stufen oder nebeneinander stehende Aspekte. Eine ausgeprägte Reflexion ist nicht möglich, ohne eine zumindest mäßige Struktur der Argumentationen. Des Weiteren beruhen die Aspekte auf monologischem (rhetorischen) Argumentieren, dies wird zu erweitern sein, damit auch die soziale Komponente in Diskussionen,

6. Studie 4: Fächerübergreifende Beschreibung von Argumentationsfähigkeit

z. B. die Fähigkeit Einwände zu formulieren, abgebildet werden kann. Dafür müssten den Schülern im Besonderen weitere Fragestellungen als Argumentationsgegenstand zur Verfügung gestellt werden. Sowohl aus theologischer, als auch biologischer Sicht bieten sich hier z. B. das Klonen von Menschen, die Tierhaltung oder der genetische Determinismus (Jiménez-Aleixandre & Puig, 2011) an.

7. Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, ausgehend von philosophischen und naturwissenschaftlichen Modellen von Argumentation (vgl. Kap. 1.1.), ein Modell zur Beschreibung von Argumentationsfähigkeit in den Fächern Biologie und Religion zu entwickeln. Als kontroverser Diskussionsgegenstand wurde in diesem Zusammenhang das Verständnis der Schüler für Teilaspekte der Evolution selbst und ihr Verständnis für das Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen gewählt. Zu diesem Zweck wurden zunächst die fachspezifischen Argumentationen der Schüler zur Evolutionstheorie untersucht (Teilstudie 1), der Vergleich zwischen den Argumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen unter formalen (Teilstudie 2) und inhaltlichen Gesichtspunkten (Teilstudie 3) vorgenommen und zuletzt die Argumentationen nach den Dimensionen *Struktur*, *Plausibilität* und *kritischer Reflexion* bewertet (Teilstudie 4).

Die meisten Studien, die sich mit der Argumentation beschäftigen, nehmen vor allem nur einzelne Domänen in den Fokus. Dies ist dahingehend sinnvoll, dass in jedem Fachbereich spezifische Argumentationsweisen vorliegen (z. B. Sampson & Clark, 2008). Die Ergebnisse dieser Studien lassen jedoch immer wieder den Schluss zu, dass es einen Zusammenhang zwischen der Argumentationsfähigkeit in verschiedenen Domänen gibt (Kuhn, 2012), bzw. ein direkter Zusammenhang zwischen der Argumentationsfähigkeit zu alltäglichen und zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen gesehen werden kann (Bricker & Bell, 2012). Dies berücksichtigen nur die wenigsten Ansätze. Es wird stattdessen auf die Schwierigkeiten der Schüler beim Argumentieren mit empirischen Daten hingewiesen (Bell & Linn, 2000; Berland & McNeill, 2010; McNeill & Krajcik, 2008). Insbesondere die Studie von Iordanou (2010) gibt aber Hinweise darauf, dass sich die Fähigkeiten auch über Fächergrenzen hinweg entwickeln. Dies greift die vorliegende Studie auf, indem fächerübergreifende Bewertungskriterien für Schülerargumentationen identifiziert werden sollten.

Nachdem die Ergebnisse zu den einzelnen Studien bereits vorgestellt und diskutiert wurden, sollen sie im Folgenden noch einmal zusammengefasst werden (Kapitel 7.1.) und in Bezug auf die Aussagekraft über die Struktur von Schülerargumentationen (Kapitel 7.2.), den fächerübergreifenden Vergleich (Kap. 7.3.), das Gesamtmodell und die Implikationen für zukünftige Forschung (Kap. 7.4.) sowie den Unterricht (Kap. 7.5.) diskutiert werden.

7.1. Zusammenfassung der Ergebnisse der Studien 1-4

In Teilstudie 1, zur Analyse der fachwissenschaftlichen Argumentation der Schüler zur Evolutionstheorie, wurden Schülerargumentationen zu Prozessen der Anpassung analysiert. Die Studie nahm die *Struktur* der Argumentationen der Schüler und die verwendeten *Muster* in den Fokus. Es konnte in dieser qualitativen explorativen Studie gezeigt werden, dass die Schüler vor allem auf niedrigem Komplexitätsniveau argumentieren. Sie lieferten zwar in einem Großteil der Fälle Begründungen für ihre Behauptungen, doch waren diese häufig nur einfach strukturiert. In Bezug auf die Muster zeigten die Schüler eine große Varianz, wobei sie insbesondere illustrative Beispiele, Ursache-Wirkungs-Muster und Analogien verwendeten. Die Reliabilität der beiden entwickelten Kategoriensysteme ist zufriedenstellend. Aus diesem Grund wurden sie auch in Studie 4 verwendet.

In den Teilstudien 2 und 3 wurden die Schülerargumentationen im Spannungsfeld der Evolutionstheorie und der Schöpfungserzählungen in den Fokus genommen. Unter Verwendung des Ansatzes der *Alltagslogik* und der entsprechenden *Muster* wurden die Argumentationen in Teilstudie 2 kategorisiert und die Häufigkeit ihres Auftretens in Argumentationen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen verglichen. Es konnte genauer gezeigt werden, dass Schüler zu der Problemstellung in der naturwissenschaftlichen Domäne vor allem illustrative Beispielmuster, Einordnungsmuster und Ursache-Wirkungs-Muster verwendeten, wohingegen in der theologischen Domäne neben den Beispielmustern Handlungs-Folge-Muster und Vergleichsmuster Verwendung fanden.

Die Teilstudie 3 untersuchte dann die inhaltliche Seite der Argumentationen. Es wurden die *positive* oder *negative* Verwendung von Argumenten in den Domänen *Naturwissenschaft* und *Religion* und die Unterschiede im Auftreten von *deskriptiver* und *normativer Argumentation* untersucht. Insgesamt zeigten die Schüler signifikant mehr Argumentationen zu den Schöpfungserzählungen, wobei diese vor allem normativen Argumentationen entsprachen. Insbesondere fiel es ihnen schwerer, Argumente für die Evolutionstheorie zu finden als Argumente für die Schöpfungserzählungen. Eine Differenzierung der Argumentationen nach Qualitätskriterien wurde hier jedoch noch nicht vorgenommen.

In Teilstudie 4 wurden die Argumentationen unter Bezugnahme auf ihre *Struktur*, ihre *Plausibilität* und die Bezugnahme zu Gegenargumenten (*kritische Reflexion*) hin untersucht. Als Kategorien zur Beschreibung der Qualität wurden folgende Maße genutzt: Zur Analyse der *Struktur* wurde das angepasste Kategoriensystem aus der Studie 1 verwendet und die Argumentationen wurden nach ihrer Komplexität unterschieden. Zur Bestimmung der *Plausibilität* der Muster wurde die Beantwortung kritischer Fragen genutzt und

zuletzt ein deduktiv entwickeltes Kategoriensystem zur Beschreibung der *kritischen Reflexion* entwickelt, das sich an den Erkenntnissen über die Entwicklung von Bewertungskompetenz orientierte. In den drei Dimensionen konnten unterschiedliche Ausprägungen der Argumentationsfähigkeit in den beiden Domänen Naturwissenschaft und Religion beschrieben werden. Die drei Dimensionen können als Hypothese für eine quantitative Überprüfung des Modells dienen.

7.2. Analyse der Struktur von Schülerargumentationen

Besonders in den Didaktiken der Naturwissenschaften wird mit strukturellen Ansätzen zur Analyse von Schülerargumentationen gearbeitet. Dabei steht vor allem die fachspezifische Analyse der Argumentation im Vordergrund. Auch wenn dieser Ansatz die inhaltlichen Komponenten der Argumentationen nur bedingt zulässt, liefert er zumindest Aussagen über die Komplexität eines Argumentationsproduktes oder -prozesses (vgl. Kapitel 1.1.2.). Die Studien, die auf Basis der Strukturen arbeiten, zeigen wiederholt, dass Schüler insgesamt Schwierigkeiten beim naturwissenschaftlichen Argumentieren aufweisen. Dies zeigt sich beispielsweise in fehlenden Begründungen oder Einwänden zu verschiedenen naturwissenschaftlichen Problemen wie z. B. ökologischen Zusammenhängen (Berland & Reiser, 2008), physikalischen Phänomenen (z. B. Sampson & Clark, 2011) oder ethischen Diskussionen um Biotechnologie (Dawson & Venville, 2009).

Die Teilstudie 1 bestätigte diese Probleme der Schüler anhand ihrer Argumentationen zur Evolutionstheorie. Allerdings konnten mit dieser Studie keine inter- oder intraindividuellen Unterschiede der Schülerargumentationen identifiziert werden, die sich z. B. durch unterschiedliche Themen, zu denen argumentiert wird, ergeben. Primäres Ziel war hier die deduktive Entwicklung von Kodierschemata zur Analyse der Argumentationen auf Basis bereits vorhandener Modelle. Hier wurde vor allem die Anzahl der begründenden Elemente in der Argumentation analysiert und diese typologisiert (vgl. Kap. 3.2.). Das Vorgehen bei der Erstellung der Schemata (z. B. Unterscheidung Erklärung – Argumentation) spiegelt sich in den guten Kennwerten für Inter-Rater-Reliabilität (s. Kap. 3.3) wieder und liefert Belege für die Anwendbarkeit der Schemata. Ein Augenmerk, insbesondere im Sinne der Förderung von Argumentationsfähigkeit, muss hier in zukünftigen Projekten darauf gerichtet werden, warum es Schülern schwerfällt, entsprechende Schlussregeln (*warrants*) für ihre Argumente in naturwissenschaftlichen Kontexten zu finden. Ansätze dafür liefern u. a. Studien, die sich mit der Förderung von Argumentationen z. B. über Prompts beschäftigen (z. B. McNeill & Krajcik, 2008, 2009; McNeill, Lizotte, & Krajcik, 2006).

Strukturelle Modelle greifen jedoch häufig zu kurz, da sie die inhaltliche Seite nicht berücksichtigen können. Für einzelne Studien zeigte sich dies dahingehend, dass z. B.

starke Widerlegungen (mit Begründung etc.) inhaltlich sehr schwach sein können (z. B. Clark & Sampson, 2008). Auch in den vorliegenden Untersuchungen konnte dies attestiert werden (vgl. Kap. 3.4). Gleichzeitig bietet die Struktur als Qualitätsmaß im Sinne eines *domain-general framework* (Sampson & Clark, 2008) die Möglichkeit, Argumentationen in verschiedenen Domänen zu vergleichen. In der Teilstudie 4 erfolgte daher die Ausweitung der Betrachtung der Struktur auf die beiden Domänen *Biologie* und *Religion*. Auch wenn qualitativ verschiedene Stufen unter Anwendung der Komplexität zur Bewertung der Struktur von Argumentationen erfolgten, steht hier auch die quantitative Überprüfung der verschiedenen Stufen im Sinne eines Kompetenzstufenmodells an. Eine quantitative Überprüfung der Niveaustufen kann in einem weiteren Schritt vor allem Anhaltspunkte dafür liefern, wie die Argumentationsfähigkeit mit den bisher identifizierten Einflussfaktoren zusammenhängt. Dies konnte aufgrund der Beschränkung auf eine qualitative Methodik durch die vorliegende Studie nicht geleistet werden.

7.3. Analyse der Muster und des Inhalts der Argumentationen

Neben der *Struktur* lag der Fokus auch auf der Erfassung der *Argumentationsmuster*, die Schüler zur Evolutionstheorie und zur Schöpfungserzählung im Rahmen von Argumentationen verwendeten, sowie auf der Analyse des Inhalts der Argumentationen. Diese mehrfache Analyse hat den Vorteil, nicht nur die argumentative Funktion der Aussage (Argument, Schlussregel, Behauptung etc.) zu zeigen, sondern auch die epistemische, d. h. auf welcher Wissensbasis (Autoritäten, empirische Daten etc.) der Schüler seine Argumentation konstruiert. Dieses Vorgehen fand bisher vereinzelt in naturwissenschaftlichen Analysen (Jiménez-Aleixandre, Díaz de Bustamante, & Duschl, 1998; Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Duschl, 2007) und geisteswissenschaftlichen Ansätzen Verwendung (z. B. Pontecorvo & Giradet, 1993). In der Teilstudie 1 zeigte die Analyse der fachspezifischen Argumentationen zur Evolutionstheorie die Bedeutung der Ursache-Wirkungs-Muster, der illustrativen Beispielmuster sowie der deduktiven Mustern (Einordnungsmuster). Dies bestätigte sich auch in der Teilstudie 2 (vgl. Kapitel 4.5), auch wenn deutliche Unterschiede in der Verwendung von Vergleichs- und Analogiemustern festzustellen sind (vgl. Fig. 3 und Abb. 5). Gleichzeitig verdeutlichte die Teilstudie 2 die häufige Verwendung von illustrativen Beispielen in beiden Domänen. Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Gegenstand sowie die Domäne einen starken Einfluss auf die Verwendung spezifischer Muster haben. Dieses Ergebnis ist vor allem mit argumentationstheoretischen Ansätzen konsistent, die Unterschiede aufgrund der Kontextabhängigkeit der Argumentation ausmachen (s. Kap. 1.2).

Insgesamt zeigt sich daher der Ansatz der Muster vielversprechend, da sich die Besonderheiten der einzelnen Domänen herausarbeiten lassen.

Auch die Analyse der Argumentationen unter inhaltlichen Gesichtspunkten (Teilstudie 3) zeigte zwischen den Domänen weitere deutliche Unterschiede. Den Schülern fiel es leichter, negative Argumentationen – und hier insbesondere gegen die Evolutionstheorie – zu finden, wobei es sich bei diesen vor allem um normative Argumentationen handelte. Das Ziel von Argumentation ist beschrieben als sprachliche Handlung, die eine freiwillige Einstellungsveränderung des Rezipienten zur Folge haben soll (vgl. Gromadecki, Mickelskis Seiffert & Duit, 2007). Dies beinhaltet neben einer kognitiven eine affektive Komponente, die auch die Frage nach dem Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen berührt und entsprechend normative Argumentation erfordert. Studien zum Kreationismus bestätigen dieses, da vor allem affektive Komponenten einen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie haben (vgl. z. B. Allmon, 2011; Wiles & Alters, 2011; Akyol et al., 2012; Athanasiou & Papadopoulou, 2011).

In Bezug auf die deskriptive Argumentation ist hervorzuheben, wie groß die Schwierigkeiten der Schüler waren, naturwissenschaftliche Argumente für die Evolutionstheorie zu finden. Dies ist vor allem dahingehend überraschend, da es sich um Oberstufenschüler handelte, die eine Vorbildung in diesem Bereich aufweisen konnten. Insgesamt lassen diese Ergebnisse jedoch noch nicht den Schluss über einen Zusammenhang zwischen Fachwissen und Argumentationsfähigkeit zu. Es handelte sich um eine kleine Stichprobe und die Fachwissenstests, die zuvor erhoben wurden, waren in Bezug auf den theologischen Gegenstand nicht reliabel. Sie wurden deshalb aus der Analyse ausgeschlossen. Des Weiteren argumentierten die Schüler insbesondere in Bezug auf die Wissenschaften mit Bezug zu Autoritäten (vgl. Kap. 5.3.2.). Dies macht für Folgestudien die Berücksichtigung des Einflusses des Verständnisses für die *Nature of Science* notwendig. Ausgehend von dieser Beobachtung wären auch Vergleichsargumentationen von entsprechenden Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftlern für eine Validierung notwendig.

7.4. Zum Modell und Ausblick auf zukünftige Forschung

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte fächerübergreifende Modell von Argumentationsfähigkeit wurde primär mit qualitativer Methodik erarbeitet und einzelne Ergebnisse mit Hilfe quantitativer Verfahren überprüft (s. Teilstudie 2 und 3). Die Kategorien des Modells wurden deduktiv aus vorhandenen Modellen, die vor allem in den Naturwissenschaften zur Beschreibung von Argumentationen und Bewertung genutzt wurden, abgeleitet (vgl. Kap. 6.2.3.). Schwierigkeiten bestehen in Bezug auf den fächerübergreifenden Vergleich insbesondere dahingehend, dass in den geisteswissenschaftlichen Fächern kaum vergleichbare Kompetenzmodelle vorliegen. Eine Ausnahme stellt das Modell, das im Rahmen des DESI-Projekts für die Beschreibung der Entwicklung von Argumentati-

onskompetenz im Deutschunterricht entwickelt wurde, dar (Krelle & Willenberg, 2008; Willenberg et al., 2007). Hier zeigte sich jedoch, dass die theoretisch hergeleiteten Niveaustufen nicht durch die Daten wiedergegeben werden konnten. Dies betraf insbesondere die Unterscheidung der Niveaustufen (Krelle & Willenberg, 2008). Um diesem Problem zu begegnen, bediente sich die vorliegende Arbeit der qualitativen Inhaltsanalyse, um ein möglichst offenes Verfahren, das jedoch eine theoretische Fundierung zulässt, zu nutzen. Mit diesem Verfahren konnten die drei Dimensionen *Struktur*, *Plausibilität* und *kritische Reflexion* in verschiedenen Ausprägungen beschrieben werden.

Auch wenn vor allem für die Entwicklung und Überprüfung von Kompetenzmodellen auf quantitative Forschung zurückgegriffen wird (z. B. Eggert & Bögeholz, 2006; Klos, Henke, Kieren, Walpuski, & Sumfleth, 2008; Kohlauf, Rutke, & Neuhaus, 2011), lassen sich auch einzelne Teilkompetenzen bzw. Fähigkeiten mit qualitativer Methodik beschreiben (Mittelsten Scheid & Hössle, 2007). Die qualitative Methodik sollte als hypothesengenerierendes Verfahren (Mayring, 2010) primär die Grundlagen für quantitative Untersuchungen bilden. In diesem Fall bezieht sich dies insbesondere auf die dimensionale Struktur der Argumentationsfähigkeit und die Überprüfung der Niveaustufen. Auch wenn die Niveauunterschiede in den drei Dimensionen des Modells identifizierbar waren, bleibt die Frage nach den Zusammenhängen zwischen den Dimensionen noch unbeantwortet. Diese müssen im Folgenden mit quantitativen Mitteln untersucht werden, um die Gütekriterien, insbesondere der Konstruktvalidität, zu erfüllen.

Die deduktiv aus den bisherigen Erkenntnissen zur Argumentationsfähigkeit abgeleiteten Kategorien weisen quantitativ operationalisierbare Merkmale auf: Hinter der *Struktur* steht die Anzahl der Elemente einer Argumentation, die *Plausibilität* lässt sich über die Beantwortung der kritischen Fragen operationalisieren und die kritische Reflexion über die Anzahl und Art der Berücksichtigung von Gegenargumenten im Argumentationsprozess.

Entsprechend sollten sich Folgestudien mit der Entwicklung eines empirischen Tests zur Erfassung der Argumentationsfähigkeit befassen. Zur Operationalisierung von Plausibilität beispielsweise ist eine Orientierung an den Alltagsvorstellungen zur Evolutionstheorie zu empfehlen. Ihre fachliche Konsistenz lässt sich anhand verschiedener distinkter Merkmale überprüfen (z. B. Zabel & Gropengießer, 2011).

Die Betrachtung der Unterschiede in Bezug auf die Entwicklung von Argumentationsfähigkeit in verschiedenen Fächern sollte sich dabei auf verschiedene Inhalte und Fächer ausdehnen. In der Physik steht dafür auch bereits ein Fragebogen für Physikanfänger als Ausgangsbasis zur Verfügung (Gromadecki, 2008), der sich in der Unterstufe an der Argumentationsdefinition von Kopperschmidt (1989) orientiert. Weitere Studien, wie das ESNaS-Projekt, gehen zur Beschreibung von Argumentation als Teil von Kommunikati-

onskompetenz neben der Analyse der kognitiven Prozesse von einem strukturellen Ansatz aus. Ausgehend von einer solchen quantitativen Analyse lässt sich auch der Zusammenhang von Argumentationsfähigkeit mit anderen Konstrukten, die als Einflussfaktoren gewertet werden (z. B. Fachwissen), erschließen.

Abschließend bleibt auch die Frage, wie sich die Argumentationsfähigkeit in Abgrenzung zu anderen Konstrukten, die in der Kommunikation in den Naturwissenschaften eine dominante Rolle einnehmen (z. B. Erklärungen, Begründungen), verhält. Es ist zu fragen, ob mit ihnen ein Zusammenhang besteht, oder ob ein allgemeines Konstrukt diesen zugrunde liegt.

Des Weiteren wurde im Rahmen dieser Studie Argumentation als monologischer bzw. rhetorischer Sprachakt verstanden. Primär kann die Argumentation jedoch als dialogischer Ansatz mit Interaktion mit einem Opponenten/Rezipienten verstanden werden (z. B. Asterhan & Schwarz, 2009). Gleiches gilt für die Unterscheidung von Mündlichkeit und Schriftlichkeit in der Argumentation, die genauer in den Fokus genommen werden muss. Über den Ansatz der Rede in den Teilstudien 2-4 wurde eine starke Produktorientierung durchgeführt. In dieser Arbeit wurde der Argumentationsprozess bisher auf das monologische Argumentieren beschränkt. Eine Erweiterung auf die dialogische Form erscheint notwendig.

Daneben bleibt als weiterer Forschungsgegenstand der Effekt der Argumentation auf das Lernen der Schüler. Argumentationsfähigkeit könnte als Moderator bzw. Mediator dienen. Dies spiegelt sich in dem Chiasmus *arguing to learn* oder *learning to argue* wider (v. Aufschnaiter et al., 2008a; Jonassen & Kim, 2010) und betrifft auch im Folgenden insbesondere den Ausblick auf die Konsequenzen für den Unterricht.

7.5. Implikationen für den Unterricht

Die Implikationen der Arbeit für den Unterricht beziehen sich zum einen auf die Vermittlung von Argumentationsfähigkeit im Unterricht, zum anderen auf den Umgang mit dem Lerngegenstand Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung.

Eines der Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es, die Argumentationsfähigkeit zu entwickeln. Dies spiegeln unter anderem die Bildungsstandards in den Naturwissenschaften im Bereich Kommunikation und Bewertung (KMK, 2004 a,b,c) und die entsprechenden Kompetenzmodelle wieder (z. B. Kramer, 2009). Die Argumentationsfähigkeit kann jedoch nicht einem bestimmten Kompetenzbereich (z. B. Kulgemeyer & Schecker, 2009) oder gar einem Fach zugeordnet werden.

Auch wenn die Argumentationsfähigkeit nicht klar abgegrenzt einem Fach zugeordnet werden kann, bringen die Ähnlichkeiten zwischen den Fächern Potential für die Entwicklung von Argumentationsfähigkeit mit, das insbesondere im Rahmen von fächerübergrei-

fendem oder fächerverbindendem Unterricht genutzt werden kann. Diesem Zweck dient das in dieser Arbeit entwickelte Modell. Es kann insbesondere genutzt werden, um Schülern Rückmeldung über ihre Leistungen im Bereich der Argumentation zu geben, um damit die positiven Effekte von Feedback auf das Lernen zu nutzen. Die Bildungsstandards, in denen auch die Rolle der Argumentation hervorgehoben wird, können dies nicht leisten, da sie keine Ausprägungen einer bestimmten Kompetenz abbilden (KMK, 2004a). Für den Unterricht zum Verhältnis der Evolutionstheorie und der Schöpfungserzählungen ermöglicht das entwickelte Modell des Weiteren die im Rahmen von Bewertungskompetenz geforderte Vermittlung des Unterschieds zwischen ethischen (normativen) und deskriptiven Aussagen.

Insbesondere die Teilstudie 3 gab einen Überblick über die verschiedenen Argumente der Schüler. Auch wenn nur eine kleine Stichprobe genutzt wurde, zeigte diese die Schwierigkeiten der Schüler, für die Evolutionstheorie zu argumentieren. Die Ergebnisse spiegeln außerdem die affektive Komponente dieses strittigen Lerngegenstandes (*controversial issue*) für die Schüler wider. Medial ist dieser insbesondere im Internet, z. B. in sozialen Netzwerken, präsent. Dies zeigt sich beispielsweise an der Fülle kreativistischer Beiträge auf Video-Plattformen wie youtube.

Kreationismus ist ein auch in Europa verbreitetes Phänomen (Kutschera, 2008; Blancke et al., 2010). Es muss hierbei jedoch kritisch betrachtet werden, was die Autoren unter Kreationismus verstehen, da sich verfügbaren Zahlen unterscheiden. Je nach Studie und Methode ist in Deutschland die Rede von bis zu 1,3 Mio. Kreationisten (Mersch, 2006). Relevant für den Unterricht ist hier die Frage, welche Argumente die Kreationisten hervorbringen und wie diese zu entkräften sind. Literatur, die sich insbesondere auch kritisch mit Argumenten kreationistischer Ansätze wie z. B. von *ProGenesis* auseinandersetzt und auch die Argumentationen aus fachlicher und philosophischer Sicht kritisch reflektieren, gibt es zwar (z. B. Dawkins, 2010; Hemminger, 2007b; Kutschera, 2007; Neukamm, 2009), diese muss jedoch für den Unterricht aufbereitet werden. Hier kann die vorliegende Studie hilfreich sein, um zu zeigen, welche Argumente Schüler selbst für und wider die Evolutionstheorie hervorbringen und wie auf fachwissenschaftlicher Ebene argumentiert wird: Hemminger (2007b, S. 43) identifiziert die Argumente von Behe gegen die Evolution als Trugschlüssige *reductio ad absurdum*, Scott und Branch (2002) zeigen, dass es sich generell um *Argumentum ad ignorantiam* bei den ID-Argumenten handelt und Neukamm und Beyer (2007) führen die Analyse von trugschlüssigen *Autoritätsargumenten* (*Argumentum ad verecundiam*) und Diffarmierungen (*Argumentum ad hominem*) im evolutionskritischen Diskurs durch.

Didaktische Ansätze können diese in Verbindung mit dem Modell nutzen und insbesondere Fragen beantworten, warum kreationistische Ansätze in den verschiedenen Formen

aus biologischer und theologischer Sicht irren und worin die Trugschlüsse und Schwächen in ihrer Argumentation liegen – besonders bei der Berücksichtigung und kritischen Reflexion der eigenen Position. Mit dieser Umsetzung anhand des Modells sollte die Argumentationsfähigkeit fächerübergreifend konkret gefördert werden können. Dies wäre dann in anschließenden experimentellen Studien zu untersuchen.

8. Literaturverzeichnis

- Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32, 1191-1206. doi: 10.1080/09500690902991805
- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S., & Traynor, A. (2012). Modeling the interrelationships among pre-service science teachers' understanding and acceptance of evolution, their views on nature of science and self-efficacy beliefs regarding teaching evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 937-957.
- Alexander, D. R. (2007). Models for relating science and religion. *Faraday Paper No 3*. Abgerufen am 14. Juli 2014 von: http://www.faraday-st-ed-munds.cam.ac.uk/resources/Faraday%20Papers/Faraday%20Paper%203%20Alexander_EN.pdf
- Allmon, W. (2011). Why don't people think evolution is true? Implications for teaching, in and out of the classroom. *Evolution: Education and Outreach*, 4(4), 648-665. doi: 10.1007/s12052-011-0371-0
- Alters, B. J., & Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56, 1891-1901.
- Anderson, R. D. (2007). Teaching the theory of evolution in social, intellectual, and pedagogical context. *Science Education*, 91, 664-677. doi: 10.1002/sce.20204
- Andersson, B., & Wallin, A. (2006). On developing content-oriented theories taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education*, 28, 673-695. doi: 10.1080/09500690500498385
- Andrews, T., Kalinowski, S., & Leonard, M. (2011). 'Are humans evolving?' A classroom discussion to change student misconceptions regarding natural selection. *Evolution: Education and Outreach*, 4(3), 456-466. doi: 10.1007/s12052-011-0343-4
- Asterhan, C. S. C., & Schwarz, B. B. (2007). The effects of monological and dialogical argumentation on concept learning in evolutionary theory. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 626-639. doi: 10.1037/0022-0663.99.3.626

- Asterhan, C. S. C., & Schwarz, B. B. (2009). Argumentation and explanation in conceptual change: Indications from protocol analyses of peer-to-peer dialog. *Cognitive Science*, 33(3), 374-400. doi: 10.1111/j.1551-6709.2009.01017.x
- Asterhan, C. S. C., Schwarz, B. B., & Butler, R. (2009). Inhibitors and facilitators of peer interaction that supports conceptual learning: The role of achievement goal orientations. In N. A. Taatgen & H. van Rijn (Eds.), *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1633-1638). Mahaw, NJ: Erlbaum.
- Astley, J., & Francis, L. J. (2010). Promoting positive attitudes toward science and religion among Ssixth-form pupils: Dealing with scientism and creationism. *British Journal of Religious Education*, 32(3), 189-200. doi: 10.1080/01416200.2010.498604
- Athanasiou, K., & Papadopoulou, P. (2011). Conceptual ecology of the evolution acceptance among Greek education students: Knowledge, religious practices and social influences. *International Journal of Science Education*, 34(6), 903-924. doi: 10.1080/09500693.2011.586072
- Ayala, F. J., & Fitch, W. M. (1997). Genetics and the origin of species: An introduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94(15), 7691–7697. Abgerufen am 15. Juli 2014 von: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC33678/>.
- Barbour, I.G. (1990). *Religion in an age of science: The Gifford Lectures 1989–1991* (Vol. 1). London: SCM.
- Baalmann, W., Weitzel, H., Frerichs, V., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2004). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung - Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7-28.
- Bail, U., Crüsemann, F., Crüsemann, M., Domay, E., Ebach, J., Janssen, C., ... Schrottroff, L. (2007). *Bibel in gerechter Sprache* (3. Aufl.). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- Bayrhuber, H. (2009). Zum Umgang mit dem Kreationismus in Schule und Öffentlichkeit: Sieben fachdidaktische Leitideen. *Loccumer Pelican*, 1, 11-14. Abgerufen am 14. Juli 2014 von: http://www.rpi-loccum.de/material/aufsaeetze/theo_bayrhuber
- Bayrhuber, H., Faber, A., & Leinfelder, R. (2011). *Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung*. Seelze: Kallmeyer/Klett.

- Bell, P., & Linn, M. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817. doi: 10.1080/095006900412284
- Berland, L.K., & McNeill, K.L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765-793. doi: 10.1002/sce.20402
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55. doi: 10.1002/sce.20286
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2012). For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson. *Science Education*, 96(5), 808-813. doi: 10.1002/sce.21000
- Blair, J. A., & Johnson, R. H. (1987). Argumentation as dialectical. *Argumentation*, 1(1), 41-56.
- Blancke, S., Boudry, M., Braeckman, J., De Smedt, J., & De Cruz, H. (2011). Dealing with creationist challenges. What European biology teachers might expect in the classroom. *Journal of Biological Education*, 45(4), 176-182. doi: 10.1080/00219266.2010.546677
- Brem, S. K., Ranney, M., & Schindel, J. (2003). Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Science Education*, 87(2), 181-206. doi: 10.1002/sce.10105
- Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92(3), 473-498. doi: 10.1002/sce.20278
- Bricker, L. A., & Bell, P. (2012). Argumentation and reasoning in life and in school: Implications for the design of school science learning environments. In M. S. Khine (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation* (pp. 117-133). Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-2470-9_7
- Brummer, A., Kießig, M., & Rothgangel, M. (2010). *Evangelischer Erwachsenenkatechismus: suchen – glauben – leben* (8. neu bear. und erg. Aufl.). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- Bußmann, H. (1983). *Lexikon der Sprachwissenschaft*. Stuttgart: Alfred Kröner.

- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883. doi: 10.1002/tea.20333
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161-199. doi: 10.1207/s15327809jls1402_1
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883-908. doi: 10.1002/tea.20385
- Clark, D. B., & Sampson, V. (2008). Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 293-321. doi: 10.1002/tea.20216
- Cobern, W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80, 579-610.
- Corner, A. (2012). Evaluating arguments about climate change. In M. S. Khine (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation* (pp. 201-220). Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-2470-9_10
- Crüsemann, F., & Ebach, J. (2007). Genesis. Das erste Buch der Tora. In: U. Bail, F. Crüsemann, M. Crüsemann, E. Domay, J. Ebach, C. Janssen, C., ... L. Schrottroff (Hrsg.). *Bibel in gerechter Sprache* (3. Auflg., S. 30). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- Dawkins, R. (2010). *Die Schöpfungslüge: Warum Darwin Recht hat* (S. Vogel, Übers.). Berlin: Ullstein.
- Dawson, V., & Venville, G. J. (2009). High-school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445. doi: 10.1080/09500690801992870
- Dagher, Z., & BouJaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 429-445. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199705)34:5
- Deniz, H., Donnelly, L. A., & Yilmaz, I. (2008). Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among turkish preservice biology teachers: To-

- ward a more informative conceptual ecology for biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 420-443. doi: 10.1002/tea.20223
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 125 - 129.
- Doedens, F., & Weiße, W. (2007). Religion unterrichten in Hamburg. *Theo-Web Zeitschrift für Religionspädagogik*, 6(1), 50-67. Abgerufen am 12 Juli 2014 von <http://www.theo-web.de/zeitschrift/ausgabe-2007-01/6.pdf>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. In S. Erduran & M. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 159-175). Dordrecht Netherlands: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-6670-2_8
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review or Research in Education*, 32, 268-291. doi: 10.3102/0091732X07309371
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72. doi: 10.1080/03057260208560187
- Duveen, J., & Solomon, J. (1994). The great evolution trial: Use of role-play in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 575-582.
- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2006). Göttinger Modell der Bewertungskompetenz - Teilkompetenz "Bewerten, Entscheiden und Reflektieren" für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 177-197.
- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2010). Students' use of decision-making strategies with regard to socioscientific issues: An application of the Rasch partial credit model. *Science Education*, 94(2), 230-258.
- Evangelische Kirche in Deutschland. (2008). Weltentstehung, Evolutionstheorie und Schöpfungsglaube in der Schule. Eine Orientierungshilfe des Rates der Evangelischen Kirche in Deutschland. *EKD-Texte* (Bd. 94). Abgerufen 17. Juli 2013 von: http://www.ekd.de/download/ekd_texte_94.pdf

- Evangelische Kirche in Deutschland. (2010). Kompetenzen und Standards für den Evangelischen Religionsunterricht in der Sekundarstufe I. Ein Orientierungsrahmen. *EKD-Texte* (Bd. 111). Abgerufen am 02. Januar 2015 von: http://www.ekd.de/download/ekd_texte_111.pdf
- Englert, R. (2004). Bildungsstandards für ‚Religion‘: Was eigentlich alles wissen sollte, wer solche formulieren wollte. *Theo-Web Zeitschrift für Religionspädagogik*, 3(2), 2-13. Abgerufen am 02. Januar 2015 von http://www.theo-web.de/zeitschrift/ausgabe-2004-02/englert_endred.pdf
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M.P. (Eds.) (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht Netherlands: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-6670-2
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. doi: 10.1002/sce.20012
- Evagorou, M., Jimenez-Aleixandre, M. P., & Osborne, J. (2012). 'Should We Kill the Grey Squirrels?' A Study Exploring Students' Justifications and Decision-Making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428. doi: 10.1080/09500693.2011.619211
- Evans, E. M. (2001). Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: Creation versus evolution. *Cognitive Psychology*, 42(3), 217-266. doi: 10.1006/cogp.2001.0749
- Evans, E. M. (2008). Conceptual change and evolutionary biology: A developmental analysis. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 263-294). New York and London: Routledge.
- Feige, A., & Gennerich, C. (2008). *Lebensorientierungen Jugendlicher: Alltagsethik, Moral und Religion in der Wahrnehmung von Berufsschülerinnen und -schülern in Deutschland*. Münster: Waxmann.
- Fetz, R. L, Reich, K. H., & Valentin, P. (2001). *Weltbildentwicklung und Schöpfungsverständnis. Eine strukturalistische Untersuchung bei Kindern und Jugendlichen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Fischer, D., & Elsenblast, V. (2006). *Grundlegende Kompetenzen religiöser Bildung - Zur Entwicklung des evangelischen Religionsunterrichts durch Bildungsstandards für den Abschluss der Sekundarstufe I*. Münster: Comenius-Institut.

- Fischer, J., Gruden, S., Imhof, E., & Strub, J.-D. (2007). *Grundkurs Ethik. Grundbegriffe philosophischer und theologischer Ethik*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Fitzhugh, K. (2010). Evidence for evolution versus evidence for intelligent design: Parallel confusions. *Evolutionary Biology*, 37, 68-92. doi: 10.1007/s11692-010-9088-1
- Foster, C. (2012). Creationism as a misconception: Socio-cognitive conflict in the teaching of evolution. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2171-2180. doi: 10.1080/09500693.2012.692102
- Gil, T. (2005). *Argumentationen - Der kontextbezogene Gebrauch von Argumenten*. Berlin: Parega.
- Goldstein, M., Crowell, A., & Kuhn, D. (2009). What constitutes skilled argumentation and how does it develop? *Informal Logic*, 29(4), 379-395.
- González Galli, L. M., & Meinardi, E. N. (2011). The role of teleological thinking in learning the Darwinian model of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4(1), 145-152. doi: 10.1007/s12052-010-0272-7
- Gottlieb, E. (2001). *Religious thinking in childhood and adolescence: Argumentative reasoning and the justification of religious belief*. Hebrew University of Jerusalem.
- Gottlieb, E. (2007). Learning how to believe: Epistemic development in cultural context. *Journal of the Learning Sciences*, 16(1), 5-35.
- Gould, S. J. (1997). Nonoverlapping Magisteria. *Natural History*, 106, 60–62.
- Gropengießer, H. (2001). Didaktische Rekonstruktion des Sehens. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion (Bd. 1)*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Großschedl, J., Konnemann, C., & Basel, N. (2014). Pre-service biology teachers' acceptance of evolutionary theory and their preference for its teaching. *Evolution: Education and Outreach*, 7(18). doi:10.1186/s12052-014-0018-z
- Grace, M. (2009). Developing high quality decision-making discussions about biological conservation in a normal classroom setting. *International Journal of Science Education*, 31(4), 551-570. doi: 10.1080/09500690701744595
- Gromadecki, U. (2009). *Argumente in physikalischen Kontexten. Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?* Berlin: Logos.
- Gromadecki, U., Mikelskis-Seifert, S., & Duit, R. (2007). Naturwissenschaftliches Argumentieren im Anfangsunterricht Physik. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. (S. 166-168). Berlin u. a.: LIT-Verlag

- Grümme, B. (2006). Nicht mehr als ein „Laberfach“? Argumentative Gesprächsmethoden im Religionsunterricht. In E. Grundler & R. Vogt (Hrsg.), *Argumentieren in Schule und Hochschule. Interdisziplinäre Studien* (S. 132-146). Tübingen: Stauffenburg.
- Grundler, E. & Vogt, R. (2006). *Argumentieren in Schule und Hochschule. Interdisziplinäre Studien*. Tübingen: Stauffenberg.
- Halpern, D. F. (1989). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hastings, A. (1963). *A Reformulation of the modes of reasoning in argumentation*. Doctoral dissertation. Northwestern University, Evanston, Illinois.
- Hegelson, L. J., Hoover, J., & Sheehan, J. (2002). Introducing preservice teachers to issues surrounding evolution and creationism via a mock trial. *Journal of Elementary Science Education*, 14(2), 11-24. doi: 10.1007/BF03173845
- Hemminger, H. (2007a). *Mit der Bibel gegen die Evolution: Kreationismus und „intelligentes Design“ – kritisch betrachtet*. Berlin: evangelische Zentralstelle für Weltanschauungsfragen.
- Hemminger, H. (2007b). *Grundsatzerklärung Kreationismus*. Abgerufen am 15. Dezember 2014 von: <http://www.landeskirche-hannovers.de/dms/evlka/imported/2007/1280-kreationismus-hemminger/kreationismus-hemminger.pdf>
- Hermann, R. S. (2008). Evolution as a controversial issue: A review of instructional approaches. *Science & Education*, 17, 1011–1032. doi: 10.1007/s11191-007-9074-x
- Hermann, R. S. (2013). High school biology teachers' views on teaching evolution: Implications for science teacher educators. *Journal of Science Teacher Education*, 24(4), 597-616. doi: 10.1007/s10972-012-9328-6
- Hermann, M., Hoppmann, M., Stölzgen, K., & Taraman, J. (2012). *Schlüsselkompetenz Argumentation*: Schöningh UTB.
- Hokayem, H., & BouJaoude, S. (2008). College students' perceptions of the theory of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 395-419. doi: 10.1002/tea.20233
- Höger, C. (2008). *Abschied vom Schöpfergott? Welterklärungen von Abiturientinnen und Abiturienten in qualitativ-empirisch religionspädagogischer Analyse*. Berlin/Wien: Lit.

- Hunze, G. (2009). Schöpfung – ein unterschätzter Grundbegriff der Religionspädagogik. *Theo-Web Zeitschrift für Religionspädagogik*, 8(1), 42-55. Abgerufen am 03. Januar 2015 von <http://www.theo-web.de/zeitschrift/ausgabe-2009-01/5.pdf>
- Iordanou, K. (2010). Developing argument skills across scientific and social domains. *Journal of Cognition and Development*, 11, 293-327. doi: 10.1080/15248372.2010.485335
- Jensen, M. S., & Finley, F. N. (1997). Teaching evolution using a historically rich curriculum & paired problem solving instructional strategy. *The American Biology Teacher*, 59(4), 208-212.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Díaz de Bustamante, J., & Duschl, R. A. (1998, April). *Scientific culture and school culture: Epistemic and procedural components*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, CA.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M.P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). Dordrecht, Netherlands: Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-6670-2_1
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Puig, B. (2011). Research on argumentation about genetics and determinism. In J. Boerwinkel & A. J. Waarlo (Eds.), *Genomics Education for Decision-making* (pp. 63-73). Utrecht, Netherlands: CD-β Press.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Jonassen, D. H., & Kim, B. (2010). Arguing to learn and learning to argue: design justifications and guidelines. *Etr&D-Educational Technology Research and Development*, 58(4), 439-457. doi: 10.1007/s11423-009-9143-8
- Kampourakis, K., & Zogza, V. (2009). Preliminary evolutionary explanations: A basic framework for conceptual change and explanatory coherence in evolution. *Science and Education*, 18(10), 1313-1340. doi: 10.1007/s11191-008-9171-5
- Kampourakis, K., & Zogza, V. (2008). Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science and Education*, 17(1), 27-47. doi: 10.1007/s11191-007-9075-9

- Khishfe, R. (2012). Relationship Between Nature of Science Understandings and Argumentation Skills: A Role for Counterargument and Contextual Factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 489-514. doi: 10.1002/tea.21012
- Kattmann, U. (2008). Evolution und Schöpfung. Kreationistische Vorstellungen als Gegenstand des Biologieunterrichts. *Unterricht Biologie*, 333, 2-48.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342. doi: 10.1002/sce.10024
- Khine, M. S. (2012). *Perspectives on scientific argumentation*. Dordrecht u.a.: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-2470-9
- Kienpointner, M. (1992). *Alltagslogik: Struktur und Funktion von Argumentationsmustern*. Stuttgart - Bad Cannstatt: Frommann-Holzboog.
- Kienpointner, M. (1996). *Vernünftig Argumentieren*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch.
- Klaczynski, P. A. (2000). Motivated scientific reasoning biases, epistemological beliefs, and theory polarization: A two-Process approach to adolescent cognition. *Child Development*, 71(5), 1347-1366. doi: 10.1111/1467-8624.00232
- Klos, S., Henke, C., Kieren, C., Walpuski, M., & Sumfleth, E. (2008). Naturwissenschaftliches Experimentieren und chemisches Fachwissen - zwei verschiedene Kompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(3), 304-321.
- Kultusministerkonferenz, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2004a, b, c). *Bildungsstandards im Fach Biologie (Chemie / Physik) für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- Kohlhauf, L., Rutke, U., & Neuhaus, B. (2011). Entwicklung eines Kompetenzmodells zum biologischen Beobachten ab dem Vorschulalter. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 203-222.

- Kolstø, S. D. (2001). 'To Trust or Not to Trust, ...' - Pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877–901. doi: 10.1080/09500690010016102
- Konnemann, C., Asshoff, R., & Hammann, M. (2012). Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 55-79.
- Konstantinidou, A., & Macango, F. (2013). Understanding students' reasoning: Argumentation schemes as an interpretation method in science education. *Science & Education*, 22(5), 1069-1087. doi: 10.1007/s11191-012-9564-3
- Kopperschmidt, J. (1989). *Methodik der Argumentationsanalyse*. Stuttgart: Frommann-Holzboog.
- Krelle, M., & Willenberg, H. (2008). Argumentation Deutsch. In E. Klieme (Hrsg.), *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie* (S. 81-88). Weinheim u.a.: Beltz.
- Kramer, G. (2009). *Entwicklung und Überprüfung eines Strukturmodells der fachlichen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht*. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Deutschland.
- Krelle, M., & Willenberg, H. (2008). Argumentation Deutsch [Übersetzung]. In DESI-Konsortium (Hrsg.), *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie* (S. 81-88). Weinheim: Beltz.
- Krettenhauer, T. (2005). Die Erfassung des Entwicklungsniveaus epistemologischer Überzeugungen und das Problem der Übertragbarkeit von Interviewverfahren in standardisierte Fragebogenmethoden. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 37(2), 69-79.
- Kruhöffner, B. (2012). Das Profil ethischen Lernens im evangelischen Religionsunterricht. *Theo-Web Zeitschrift für Religionspädagogik*, 11(1), 179-192. Abgerufen am 05. Januar 2015 von: <http://www.theo-web.de/zeitschrift/ausgabe-2012-01/11.pdf>
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. New York: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument - Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337. doi: 10.1002/sce.3730770306
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824. doi: 10.1002/sce.20395

- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260. doi: 10.1111/1467-8624.00605
- Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik. Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kommunikationsbegriffs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 131-153.
- Kutschera, U. (2006). *Evolutionsbiologie* (2. Aufl.). Stuttgart: Ulmer.
- Kutschera, U. (Hrsg.). (2007). *Kreationismus in Deutschland: Fakten und Analysen*. Münster: LIT-Verlag.
- Kutschera, U. (2008). Creationism in Germany and its possible cause. *Evolution: Education and Outreach*, 1(1), 84-86. doi: 10.1007/s12052-007-0017-4
- Kutschera, U. (2009). *Tatsache Evolution: Was Darwin nicht wissen konnte*. München: DTV.
- Kutschera, U. (2011). From the scala naturae to the symbiogenetic and dynamic tree of life. *Biology Direct*, 6(33), 1-20. doi:10.1186/1745-6150-6-33
- Kutschera, U., & Niklas K. J. (2004). The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis. *Naturwissenschaften*, 91(6), 255-276. doi: 10.1007/s00114-004-0515-y
- Küng, H. (2005). *Der Anfang aller Dinge: Naturwissenschaft und Religion*. München: Pieper.
- Lam Wai-ip, J. (2011). *A study on argumentative ability of secondary school students in Hong Kong through argumentative group discussion in Chinese*. University of Hong Kong.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. doi: 10.1002/tea.10034
- Lehrer, R., Schauble, L., & Lucas, D. (2008). Supporting development of the epistemology of inquiry. *Cognitive Development*, 23, 512-529. doi: 10.1016/j.cogdev.2008.09.001
- Leitão, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43(6), 332-360. doi: 10.1159/000022695
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex.

- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380. doi: 10.1016/S0959-4752(00)00037-2
- Lombrozo, T., Thanukos, A., & Weisberg, M. (2008). The importance of understanding the nature of science for accepting evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 1(3), 290-298. doi: 10.1007/s12052-008-0061-8
- Lovely, E. C., & Kondrick, L. C. (2008). Teaching evolution: challenging religious preconceptions. *Integrative and Comparative Biology*, 48(2), 164-174. doi: 10.1093/icb/icn026
- Mayes, G. R. (2000). Resisting explanation. *Argumentation*, 14(4), 361-380. doi: 10.1023/A:1007897325732
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative Social Research*. 1(2). Abgerufen am 27. Dezember 2014 von: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2386>
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78. doi: 10.1002/tea.20201
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2009). Synergy between teacher practices and curricular scaffolds to support students in using domain-specific and domain-general knowledge in writing arguments to explain phenomena. *Journal of the Learning Sciences*, 18(3), 416-460. doi: 10.1080/10508400903013488
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191. doi: 10.1207/s15327809jls1502_1
- Means, M. L., & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139-178.
- Mersch, B. (19.06.2006). Kreationismus in Deutschland: Vor uns die Sintflut. *Spiegel online*. Abgerufen am 05. Januar 2015 von

- <http://www.spiegel.de/schulspiegel/wissen/kreationismus-in-deutschland-vor-uns-die-sintflut-a-437733.html>
- Miller, J. D., Scott, E. C., & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science* 313(5788), 765-766.
- Mittelsten Scheid, N. (2009). Argumentation aus metakognitiver Perspektive - Leitlinien für Maßnahmen zur Professionsentwicklung naturwissenschaftlicher Lehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 173-193.
- Mittelsten Scheid, N., & Hössle, C. (2008). Wie Schüler unter Verwendung syllogistischer Elemente argumentieren - Eine empirische Studie zu Niveaus von Argumentation im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 145-165.
- Moore, R., & Cotner, S. (2009). Educational malpractice: The impact of including creationism in high school biology courses. *Evolution: Education and Outreach*, 2(1), 95-100. doi: 10.1007/s12052-008-0097-9
- Muller Mirza, N., & Peret-Clermont, A.-N. (Eds.). (2009). *Argumentation and education. theoretical foundations and practices*. Heidelberg: Springer.
- Nehm, R. H., Kim, S. Y., & Sheppard, K. (2009). Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: Biology versus non-biology teachers. *Science Education*, 93(6), 1122-1146. doi: 10.1002/sce.20340
- Nehm, R. H., & Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *Bioscience*, 57(3), 263-272. doi: 10.1641/B570311
- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007). Measuring knowledge of natural selection: A comparison of the CINS, an open-response instrument, and an oral interview. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1131-1160. doi: 10.1002/tea.20251
- Neukamm, M. (2009). *Evolution im Fadenkreuz des Kreationismus: Darwins religiöse Gegner und ihre Argumentation*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Neukamm, M. & Beyer, A. (2007). Die Affäre Max Planck. Über die fragwürdigen Diskursmethoden eines Evolutionagegners. In U. Kutschera (Hrsg.), *Kreationismus in Deutschland: Fakten und Analysen* (S. 232-276). Münster: LIT-Verlag.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576. doi: 10.1080/095006999290570

- Nussbaum, E. M. (2008). Using argumentation vee diagrams (AVDs) for promoting argument-counterargument integration in reflective writing. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 549-565. doi: 10.1037/0022-0663.100.3.549
- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, dialogue theory, and probability modeling: Alternative frameworks for argumentation research in education. *Educational Psychologist*, 46(2), 84-106. doi: 10.1080/00461520.2011.558816
- Nussbaum, E. M., & Edwards, O. V. (2011). Critical questions and argument stratagems: A framework for enhancing and analyzing students' reasoning practices. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 443-488. doi: 10.1080/10508406.2011.564567
- Nussbaum, E. M., & Kardash, C. M. (2005). The effects of goal instructions and text on the generation of counterarguments during writing. *Journal of Educational Psychology*, 97(2), 157-169. doi: 10.1037/0022-0663.97.2.157
- Nussbaum, E. M., & Schraw, G. (2010). Promoting argument-counterargument integration in students' writing. *The Journal of Experimental Education*, 76(1), 59-92. doi: 10.3200/JEXE.76.1.59-92
- Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 384-395. doi: 10.1016/S0361-476X(02)00038-3
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999. doi: 10.1080/09500690701545919
- Nussbaumer, M. (1995). *Argumentation und Argumentationstheorie*. Heidelberg: Julius Groos.
- Ockert, H. (1965). *Bibelkunde für junge Christen: Eine Einführung in die Heilige Schrift* (3. Auflg.). Wuppertal: Aussaat Verlag.
- O'Keefe, D. J. (1982). The concept of argument and arguing. In J. R. Cox & C. A. Willard (Eds.), *Advances in argumentation theory and research* (pp. 3-23). Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.
- Oliveira, A. W., Cook, K., & Buck, G. A. (2011). Framing evolution discussion intellectually. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(3), 257-280. doi: 10.1002/tea.20396
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463-466. doi: 10.1126/science.1183944

- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. doi: 10.1002/sce.20438
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. doi: 10.1002/tea.20035
- Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411-423. doi: 10.1080/0950069032000072746
- Perelman, C. & Olbrechts-Tyteca, L. (1969). *La nouvelle rhétorique: Traité de l'Argumentation*. Notre dame: University of Notre Dame press.
- Plutynski, A. (2010). Should intelligent design be taught in public school science classrooms? *Science & Education*, 19(6-8), 779-795.
- Pontecorvo, C., & Girardet, H. (1993). Arguing and reasoning in understanding historical topics. *Cognition and Instruction*, 11(3-4), 365-395.
- Reiss, M. J. (1992). How should science teachers teach the relationship between science and religion? *School Science Review*, 74, 127-129.
- Reiss, M. J. (2009). The relationship between evolutionary biology and religion. *Evolution*, 63(7), 1934-1941. doi: 10.1111/j.1558-5646.2009.00714.x
- Reiss, M. J. (2008). Should science educators deal with the science/religion issue? *Studies in Science Education*, 44(2), 157-186. doi: 10.1080/03057260802264214
- Reitschert, K., Langlet, J., Hössle, C., Mittelsten Scheid, N., & Schlüter, K. (2007). Dimensionen von Bewertungskompetenz. *Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht*, 60(1), 43-51.
- Riemeier, T., v. Aufschnaiter, C., Fleischhauer, J., & Rogge, C (2012). Argumentationen von Schülern prozessbasiert analysieren: Ansatz, Vorgehen, Befunde und Implikationen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 141-180.
- Rincke., K. (2010). Alltagssprache, Fachsprache und ihre besondere Bedeutung für das Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 235-260.
- Rothgangel, M. (1999). *Naturwissenschaft und Theologie. Wissenschaftstheoretische Gesichtspunkte im Horizont religionspädagogischer Überlegungen*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

- Rothgangel, M. (2009). Zwischen ‚Schöpfungsbericht‘ und ‚Evolutionismus‘. Verstehens-schwierigkeiten von SchülerInnen. *Zeitschrift für Pädagogik und Theologie*, 61, 375-382.
- Rupp, H., & Reinert, A. (2004). *Kursbuch Religion Oberstufe. Schülerbuch*. Stuttgart: Calwer.
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (1999). The Development and Validation of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument. *School Science and Mathematics*, 99(1), 13-18. doi: 10.1111/j.1949-8594.1999.tb17441.x
- Sadler, T. D. (2005). Evolutionary theory as a guide to socioscientific decision-making. *Journal of Biological Education*, 39(2), 68-72. doi: 10.1080/00219266.2005.9655964
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488. doi: 10.1080/09500690600708717
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005a). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71-93. doi: 10.1002/sce.20023
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005b). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. doi: 10.1002/tea.20042
- Sami Topcu, M., Sadler, T. D., Yilmaz-Tuzun, O. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: the influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(13), 2475-2495. doi: 10.1080/09500690903524779
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472. doi: 10.1002/sce.20276
- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448-484. doi: 10.1002/sce.20306
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2011). A comparison of the collaborative scientific argumentation practices of two high and two low performing groups. *Research in Science Education*, 41(1), 63-97. doi: 10.1007/s11165-009-9146-9

- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51. doi: 10.1207/S15327809JLS1201_2
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55. doi: 10.1207/s1532690xc2301_2
- Schwarz, B. B., & Glassner, A. (2003). The blind and the paralytic: Supporting argumentation in everyday and scientific issues. In J. Andriessen, M. Baker & D. Suthers (Eds.), *Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments* (pp. 227-260). Amsterdam: Kluwer Academic. doi: 10.1007/978-94-017-0781-7_9
- Schwarz, B. B., Neuman, Y., & Biezuner, S. (2000). Two wrongs may make a right ... If they argue together! *Cognition and Instruction*, 18(4), 461-494.
- Scott, E. C. & Branch, G. (2002). "Intelligent Design" not accepted by most scientists. Abgerufen am 05. Januar 2015 von: <http://ncse.com/creationism/general/intelligent-design-not-accepted-by-most-scientists>
- Schröder, R. (2011). Schöpfung und Evolution. In H. Bayrhuber, A. Faber & R. Leinfelder (Hrsg.). *Darwin und keine Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung* (S. 82-95). Seelze: Friedrich Verlag.
- Shipman, H. L., Brickhouse, N. W., Dagher, Z., & Letts, W. J. (2002). Changes in student views of religion and science in a college astronomy course. *Science Education*, 86(4), 526-547. doi: 10.1002/sce.10029
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260. doi: 10.1080/09500690500336957
- Simon, S., & Richardson, K. (2009). Argumentation in school science: Breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. *Argumentation*, 23(4), 469-493. doi: 10.1007/s10503-009-9164-9
- Skehan, J. W., & Nelson, C. E. (2000). *The creation controversy & the science classroom*. Arlington, Virginia: NSTA Press.

- Smith, M. U. (2010a). Current status of research in teaching and learning evolution: I. Philosophical/epistemological issues. *Science & Education*, 19(6), 523-538. doi: 10.1007/s11191-009-9215-5
- Smith, M. U. (2010b). Current status of research in teaching and learning evolution: II. Pedagogical Issues. *Science and Education*, 19(6-8), 539-571. doi: 10.1007/s11191-009-9216-4
- Smith, M. U., & Scharmann, L. (2008). A multi-year program developing an explicit reflective pedagogy for teaching pre-service teachers the nature of science by os-
tentation. *Science & Education*, 17, 219–248. doi: 10.1007/s11191-006-9009-y
- Smith, M. U. & Siegel, H. (2004). Knowing, believing, and understanding: What goals for
science education? *Science & Education*, 13, 553-582. doi:
10.1023/B:SCED.0000042848.14208.bf
- Spiegel, C. (2006). Argumentieren lernen im Unterricht – ein funktional-didaktischer An-
satz. In E. Grundler & R. Vogt (Hrsg.), *Argumentieren in Schule und Hochschule. Interdisziplinäre Studien* (S. 63-76). Tübingen: Stauffenberg.
- Stears, M. (2012). Exploring biology education students' responses to a course in evolu-
tion at a South African university: implications for their roles as future teachers. *Journal of Biological Education*, 46, 12-19. doi: 10.1080/00219266.2011.560171
- Szu, E., & Osborne, J. (2012). Scientific reasoning and argumentation from a Bayesian
perspective. In M. S. Khine (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation – Theory, Practice, and Research* (pp. 55-71). Dordrecht u.a.: Springer. doi:
10.1007/978-94-007-2470-9_4
- Taber, K. S., Billingsley, B., Riga, F., & Newdick, H. (2011). Secondary students' re-
sponses to perceptions of the relationship between science and religion: Stances
identified from an interview study. *Science Education*, 95(6), 1000-1025. doi:
10.1002/sce.20459
- Tajmel, T. (2011). *Sprachliche Lernziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Abge-
rufen am 05. Januar 2015 von: [http://www.uni-
due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf](http://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf)
- Tavares, M. D., Jiménez-Aleixandre, M. P., & Mortimer, E. F. (2010). Articulation of con-
ceptual knowledge and argumentation practices by high school students in evolu-
tion problems. *Science and Education*, 19(6-8), 573-598. doi: 10.1007/s11191-
009-9206-6

- Thagard, P., & Findlay, S. (2010). Getting to Darwin: Obstacles to accepting evolution by natural selection. *Science & Education*, 19(6-8), 625-636. doi: 10.1007/s11191-009-9204-8
- Thaidigsmann, E. (2013). Schöpfungsglaube mit und für Jugendliche. Systematische Perspektiven. In V. - J. Dieterich, B. Roebben & M. Rothgangel. (Hrsg.). *Der Urknall ist immerhin, würde ich sagen, auch nur eine Theorie. Schöpfung und Jugendtheologie. Jahrbuch für Jugendtheologie* (Bd. 2.) (S. 26-36). Stuttgart: Calwer Verlag.
- Toulmin, S. (1958, 2003). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Trani, R. (2004). I won't teach evolution; It's against my religion. And now for the rest of the story.... *The American Biology Teacher*, 66(6), 419-427.
- van Eemeren, F.H. & Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectical approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- v. Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008a). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131. doi: 10.1002/tea.20213
- v. Aufschnaiter, C., Fleischhauer, J., Rogge, C., & Riemeier, T. (2008b, April). *Argumentation and scientific reasoning - an exploration of their interrelationship* [CD-Rom]. Paper presented at annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Baltimore, USA.
- Walton, D. (1996). *Argumentation schemes for presumptive reasoning*. Mahwah: NJ: Lawrence Erlbaum.
- Walton, D. (2001). Abductive, presumptive and plausible arguments. *Informal Logic*, 21(2), 141-169.
- Walton, D. (2005). Justification of argumentation schemes. *Australian Journal of Logic*, 3, 1-13.
- Walton, D. (2006). *Fundamentals of critical argumentation*. New York: Cambridge University Press.
- Walton, D., & Godden, D. M. (2005). The nature of critical questions in argumentation schemes. In D. Hitchcock (Ed.), *The uses of argument* (pp. 476-484). Hamilton, Ontario, Canada.: McMaster University.

- Walton, D., Reed, C., & Macango, F. (2008). *Argumentation schemes*. Cambridge u. a.: Cambridge University Press.
- Wiles, J. R., & Alters, B. (2011). Effects of an educational experience incorporating an inventory of factors potentially influencing student acceptance of biological evolution. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2559-2585. doi: 10.1080/09500693.2011.565522
- Wilkens, J. S., & Elsberry, W. R. (2001). The advantages of theft over toil: The design inference and arguing from ignorance. *Biology and Philosophy*, 16(5), 711-724. doi: 10.1023/A:1012282323054
- Willenberg, H., Gailberger, S., & Krelle, M. (2007). Argumentation. In B. Beck & E. Klie-me (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen - Konzepte und Messung* (S.118-129). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Winkler, I. (2003). *Argumentierendes Schreiben im Deutschunterricht. Theorie und Praxis*. Frankfurt a. M.: Lang.
- Wirtz, M., & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen: Hogrefe.
- Wohlrapp, H. (2008). *Der Begriff des Arguments: über die Beziehungen zwischen Wissen, Forschen, Glauben, Subjektivität und Vernunft*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Yasri, P., & Mancy, R. (2014). Understanding student approaches to learning evolution in the context of their perceptions of the relationship between science and religion. *International Journal of Science Education*, 36, 24-45. doi: 10.1080/09500693.2012.715315
- Yore, L., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689 – 725. doi: 10.1080/09500690305018
- Zabel, J., & Gropengießer, H. (2011). Learning progress in evolution theory: climbing a ladder or roaming a landscape? *Journal of Biological Education*, 45(3), 143-149. doi: 10.1080/00219266.2011.586714
- Zenger, E. (1996). Von der Absicht der biblischen Schöpfungsgeschichten. *In Welt und Umwelt der Bibel*, 2, 28.

- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62. doi: 10.1002/tea.10008

9. Anhang

9.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Toulmin-Schema (engl. Toulmin-Argument-Pattern, TAP), verändert nach Toulmin (1958, 2003)	6
Abbildung 2: Elemente der synthetischen Evolutionstheorie in Anlehnung an Kutschera (2006).	13
Abbildung 3: Beispiele für Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie. Zusammenfassung ergänzt nach Smith (2010b, S. 552).	14
Figure 4: Argument complexity	29
Figure 5: Overview of complexity of students' arguments – Number of statements according to complexity level (total: 270).....	33
Figure 6: Overview of students' argumentation schemes – Number of statements according to argumentation schemes (total: 258)	33
Abbildung 7: Dreigliedriges Grundschema der Argumentation nach Kienpointner	44
Abbildung 8: Relativer Vergleich (in %) der Verwendung von Argumentationsmustern – Gegenüberstellung der beiden Kontexte	50
Abbildung 9: Relativer Vergleich (in %) der Verwendung der Argumentationsmuster - Gegenüberstellung der „Biologischen Inhalte“(BI), „Theologischen Inhalte“(TI) und „Mischformen“(MF).....	51
Figure 10: Simplified model for the classification of students' arguments on the science and religion issue	62

9.2. Tabellenverzeichnis

Table 1: Examples of arguments' structural complexity	30
Table 2: Argumentation Schemes	31
Tabelle 3: Argumentationsmuster nach Kienpointner (1992).....	47
Table 4: Main categories' labels and number of occurrences.....	64
Tabelle 5: Formale Darstellung eines deskriptiven und normativen Kausalmusters in Anlehnung an Kienpointner (1992) und alternative Begriffe aus der Strukturanalyse von Argumentationen nach dem TAP (<i>Toulmin-Argument-Pattern</i>).....	77
Tabelle 6: Schritte der Voranalysen	81
Tabelle 7: Kategorien zur Struktur von Argumentationen.....	83
Tabelle 8: Merkmalsunterschiede in Bezug auf die Plausibilität der Argumentation.	84
Tabelle 9: Inhaltliche Beschreibung der Niveaus zu kritischer Reflexion	86
Tabelle 10: Niveaus kritischer Reflexion mit Ankerbeispielen	86

9.3. Aufgabenstellung der argumentativ-diskursiven Aufgabe

Im folgenden Abschnitt ist der Impuls dargestellt anhand dessen die Schülerinnen und Schüler zum Verhältnis von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählung argumentieren sollten. Der Impuls liegt in zwei verschiedenen Varianten vor (religiöser Mensch/Evolutionstheoretiker). Die Unterschiede zwischen den Varianten sind unterstrichen.

Aufgabenstellung:

Der folgende Text ist dem Lehrbuch *Kursbuch Religion Oberstufe* (hrsg. von Hartmut Rupp und Andreas Reinert, Stuttgart 2004: Calwer Verlag, S. 27) entnommen. Er trägt den Titel: „Das Netz des Physikers“ und ist Teil einer Rede des Physikers und ehemaligen Direktors des Max-Planck-Institutes München Hans-Peter Dürr⁹.

Bitte lesen Sie sich diesen Text aufmerksam durch!

„[...] Lassen Sie mich diese Beziehung zwischen den Erkenntnissen der Naturwissenschaft über die Wirklichkeit und der „eigentlichen“ Wirklichkeit mit einer einprägsamen Parabel beschreiben, die von dem berühmten Astrophysiker Sir Arthur Eddington [...] angeführt wird. Eddington vergleicht in dieser Parabel den Naturwissenschaftler mit einem Ichthyologen, einem Fischkundigen, der das Leben im Meer erforschen will. Er wirft dazu sein Netz aus, zieht es gefüllt an Land und überprüft seinen Fang nach der gewohnten Art eines Wissenschaftlers. Nach vielen Fischzügen und gewissenhafter Überprüfung formuliert er zwei Grundgesetze der Ichthyologie:

- 1) Alle Fische sind größer als fünf Zentimeter.
- 2) Alle Fische haben Kiemen.

Er nennt diese Aussagen Grundgesetze, da beide Punkte sich ohne Ausnahme bei jedem Fang bestätigt hatten [...]. Ein kritischer Beobachter – wir wollen ihn einmal Metaphysiker nennen – ist jedoch mit den Schlussfolgerungen des Ichthyologen höchst unzufrieden und wendet energisch ein: „Dein zweites Grundgesetz, dass alle Fische Kiemen haben, lasse ich als Gesetz gelten, aber dein erstes Grundgesetz, das über die Mindestgröße der Fische, ist gar kein Gesetz. Es gibt im Meer sehr wohl Fische, die kleiner als fünf Zentimeter sind, aber diese kannst du mit deinem Netz einfach nicht fangen, da es eine Maschenweite von fünf Zentimetern hat!“

⁹ Hans-Peter Dürr (1990): *Das Netz des Physikers. Naturwissenschaftliche Erkenntnis in der Verantwortung*. München: Deutscher Taschenbuchverlag.

Unser Ichthyologe ist von diesem Einwand jedoch keineswegs beeindruckt und entgegnet: „Was ich mit meinem Netz nicht fangen kann, liegt prinzipiell außerhalb fischkundigen Wissens, es bezieht sich auf kein Objekt der Art, wie es in der Ichthyologie als Objekt definiert ist. Für mich als Ichthyologen gilt: Was ich nicht fangen kann, ist kein Fisch.“

Erläuterung:

Mit dieser Parabel liegt Ihnen ein Beispiel eines argumentierenden Dialogs vor. So ähnlich könnten auch ein Evolutionstheoretiker (Biologe) und ein religiöser Mensch (Theologe) zum Thema „Schöpfung und/oder Evolution“ diskutieren. Stellen Sie sich vor, Sie sollen eine Rede halten, mit der Sie andere Menschen von der Berechtigung eines Glaubens an die biblische Schöpfung überzeugen / des evolutionstheoretischen Modells zur Entstehung des Lebens überzeugen müssten. Als Grundlage für Ihre Argumentation könnte dabei die in der Parabel von Sir Arthur Eddington aufgeworfene Problematik einander konkurrierender Weltansichten dienen.

Aufgabe:

Schreiben Sie eine überzeugende Rede (3 bis 5 A4-Seiten), in der Sie die Rolle eines religiösen Menschen einnehmen und die Berechtigung eines Glaubens an die biblische Schöpfung trotz des evolutionstheoretischen Modells zur Entstehung des Lebens / Evolutionstheoretikers einnehmen und die Berechtigung des evolutionstheoretischen Modells zur Entstehung des Lebens trotz des Glaubens an die biblische Schöpfung argumentativ vertreten.

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

9.4. Kategoriensystem Argumentationsmuster

Im Folgenden ist das Kategoriensystem zur Bestimmung der Argumentationsmuster dargestellt. Es wurden die nach Kienpontner (1992) auftretenden größeren Gruppen (Großklassen=GK) verarbeitet und um induktive Kategorien erweitert. In Anführungszeichen sind die Kurzdefinitionen von Kienpointner (1996) angegeben.

GK	K	Schematische Definition	Ankerbeispiele	Kodierregeln
Schlussregel benutzende Muster:	Kausalmuster	<p>„Kausale Beziehungen, d. h. Relationen zwischen Ursache und Wirkung oder Mittel und Zweck“</p> <p>1. Wenn die Ursache (z. B. A oder B) vorliegt, tritt die Wirkung auf. <u>Die Ursache liegt vor.</u> Also: Die Wirkung tritt auf.</p> <p>2. Wenn die Wirkung vorliegt, ist die Ursache (z. B. A oder B) vorher eingetreten. <u>Die Wirkung liegt vor.</u> Also: Die Ursache ist vorher eingetreten.</p> <p>*Ursache und Wirkung (bzw. Mittel und Zweck) müssen aus Sicht des Schülers zutreffen, nicht aus Sicht des Beobachters. (Verwechslungen durch den Schüler möglich, wie im Beispiel der Giraffe)</p>	<p>Bsp. 1: „Ja, wenn er [der Birkenspanner] die Farbe hat [...], die diese kranken Bäume haben, dann wird er nicht mehr zu erkennen gewesen sein [und] konnte sich verstecken. [...] Und hat so halt mehr überlebt“ (T. 1, 141)</p> <p>Bsp. 2: „Ich würde sagen, er ist in eine Sackgasse gelaufen, also er hat es nicht geschafft, sich mit den anderen - Abspaltungen von der menschlichen Gattung mitzuhalten und ist dann irgendwann aus der Evolution oder aus der Entwicklung verschwunden.“ (T. 8, 35)</p>	<p>Es zeigen sich kausale oder finale Beziehungen in der Argumentation: →Proband argumentiert mit Zusammenhängen zwischen Wirkungen und Ursachen, die aus beiden Richtungen aufgebaut sein können. (Wirkung-Ursache: Bsp. 1 & 2, aber auch Ursache-Wirkung); hierzu zählen auch Erklärungen (kausal und teleologisch) in strittigen Kontexte. →Proband argumentiert mit den Zusammenhängen von Mitteln, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen und zieht daraus eine Konklusion: „Die Giraffe hat sich gestreckt, um an die Blätter heranzukommen, deshalb haben sich neue Zellen gebildet.“ →Die Informationen, die durch den Interviewer gegeben werden können entweder als Ursache oder als Wirkung verwendet werden.</p>

9. Anhang

Gegensatzmuster	<p>„Widersprüche und Alternativen“</p> <p>1. Wenn X die Eigenschaft P aufweist, kann X nicht zur gleichen Zeit in derselben Hinsicht die kontradiktorische/konverse/konträre Eigenschaft P' aufweisen. <u>X weist P auf. Also: X kann nicht zur gleichen Zeit in derselben Hinsicht P' aufweisen.</u></p> <p>2. Entweder A oder B ist der Fall. <u>B ist nicht der Fall/ist unwahrscheinlich. Also: A ist der Fall</u></p> <p>* Mit Gegensätzen wird argumentiert, um 1. einen Widerspruch in der Aussage eines anderen nachzuweisen oder 2. von vorhandenen gegensätzlichen Alternativen eine auszuwählen und die andere zu verwerfen.</p>	<p>Reaktion auf die Aussage, dass der Beutelwolf durch den Dingo ausgelöscht wurde: „[...]also wenn man das so hört, dann klingt das ja [...]sehr unwahrscheinlich, weil [...]dieser Beutelwolf schon seit Jahren in Australien gelebt hat, dann [...] müsste er ja eigentlich besser angepasst sein als die Dingos, die neu dazukamen und sich denn erst mal so langsam an die Umwelt gewöhnen mussten, also von daher klingt das Ganze sowieso etwas unwahrscheinlich.“ (T. 1, 275)</p> <p>Schematisch: <i>Wenn der Beutelwolf länger in Australien gelebt hat und damit besser an das Leben angepasst war, kann er nicht schlechter angepasst gewesen sein als Tiere die kürzer in Australien gelebt haben. Der Beutelwolf lebte schon länger in Australien als Dingos. Er kann damit nicht schlechter angepasst sein als andere Tiere.</i></p> <p>(ist in diesem Fall an ein Ursache-Wirkungsmuster gebunden: Tiere die besser angepasst sind, sind überlegen und überleben deshalb leichter)</p>	<p>Es erfolgen Widersprüche gegen die Aussagen des Interviewers, Aussagen des Materials oder von einem selbst, wobei eine Alternative angeboten wird:</p> <p>→ Muster ist zumeist an einen Einwand gebunden (nicht jeder Einwand muss gleichzeitig ein Gegensatzmuster sein und umgekehrt).</p> <p>→ Ein Widerspruch in der Aussage eines anderen (einer der Quellen) wird aufgedeckt</p> <p>→ Probanden können auch beide Alternativen in einer Argumentation äußern (als zwei alternative Behauptungen) und sich dann für eine entscheiden.</p>
Vergleichsmuster	<p>„Ähnlichkeiten und Unterschiede“</p> <p>1. → <u>Von (hinsichtlich eines quant./qual. Kriteriums Z) gleichen/ähnlichen Gegenständen X werden gleiche/ähnlich Eigenschaften Y ausgesagt. Die Gegenstände X sind (hinsichtlich eines quant./qual. Kriteriums Z) gleich /ähnlich.</u> Also: Von den Gegenständen X werden die Eigenschaften Y ausgesagt.</p> <p>2. → <u>Von (hinsichtlich eines quant./qual. Kriteriums Z) unterschiedlichen Gegenständen X werden unterschiedliche Eigenschaften Y ausgesagt.</u></p> <p><i>Die Gegenstände X sind (hinsichtlich eines quant./qual. Kriteriums Z) verschieden. Also: Von den Gegenständen X werden unterschiedliche Eigenschaften Y ausgesagt.</i></p> <p>*Vergleich aufgrund von Eigenschaften, die aus dem gleichen Kontext stammen</p>	<p>J.: - Ja, beim Menschen - spielen aber andere Interessen eine größere Rolle dabei. Weil bei den Tieren geht es um das Naturgegebene oder um das, was sie von Natur aus müssen, und beim Menschen geht es um ganz andere Dinge, da geht es um, ja, um Öl oder sonstiges und um - ja - um wirtschaftliche Dinge. Das kennt das Tier nicht. (T.8, 167)</p> <p>Schematisch: <i>Die Interessen der Menschen und Tiere unterscheiden sich, deshalb unterscheiden sie sich auch in Bezug auf den Kampf ums Dasein</i></p>	<p>Durch den Probanden wird auf Ähnlichkeiten, Unterschiede und Gleichheiten verwiesen:</p> <p>→ Attribute unterscheiden sich im Falle von zwei Individuen oder Gruppe,n wodurch auch auf eine Unterscheidung in anderen Attributen geschlossen wird („Neandertaler sahen im Vergleich zum Menschen affenähnlicher aus und waren deshalb schlechter entwickelt.“)</p> <p>→ Attribute ähneln/gleichen sich, woraus auf ähnliche/gleiche Eigenschaften geschlossen wird („Die Füße von Stockenten und Austernfischern ähneln sich, deshalb werden Sie wahrscheinlich in einem vergleichbaren Lebensraum leben“)</p> <p>→ keine Vergleichsmuster sind Analogien (indirekte Vergleiche aus unterschiedlichen Kontexten: z. B. der Vergleich von Bakterien und Blutkörperchen)</p>

9. Anhang

Einordnungsmuster				
		Teil-Ganzen-M.		
		<p>"Enthaltensein und Einschließen"</p> <p>→ Was vom Ganzen ausgesagt wird, wird auch von den Teilen ausgesagt. <u>Vom Ganzen wird X ausgesagt.</u></p> <p>Also: Von den Teilen wird X ausgesagt. (11)</p> <p>*Teile sind nicht gleichartig, sondern ergeben zusammen eine Gesamtheit. Im Gegensatz zum Art-Gattungs-Muster, in dem die Art gleich ist</p> <p>*Teile sind nicht Sonderformen der Gesamtheit mit besonderen Eigenschaften</p>	<p>Ch.: Ich finde es ist schwer, den Menschen vollkommen aus der - biologischen Evolution zu lösen - oder, oder zu sagen, der Mensch unterliegt überhaupt keinen biologischen Einflüssen mehr. Weil letztendlich ist der Mensch auch nur ein Lebewesen wie alle anderen und von daher auch z. B. nur ein biotischer Selektionsfaktor auf sich selbst wie auch auf andere Arten (T.10, 148)</p> <p>Schematisch: <i>Alle Lebewesen unterliegen der biologischen Evolution. Der Mensch ist auch nur ein Lebewesen. Es ist schwer zu sagen, der Mensch unterliegt keinen biologischen Einflüssen.</i></p>	<p>Zunächst wird eine allgemeine Aussage über eine Gesamtheit getroffen und von hier aus auf die einzelnen Teile geschlossen:</p> <p>→ Proband schließt von den Merkmalen einer Gruppe auf die Merkmale einzelner Teile, ordnet sie aber primär nicht ein und vergleicht sie nicht untereinander: „Ja erst mal gehören sie als Vogel derselben Gattung an, und - haben insofern [...] Gemeinsamkeiten.“</p> <p>(Die beiden Teile gehören als Individuen den Vögeln an, woraus geschlossen wird, dass sie Gemeinsamkeiten haben)</p> <p>→ Keine Einordnung in ein bestimmtes System, sondern eine Aussage über das Ganze/die Teile.</p>
		Art-Gattungs-M.		
		<p>„Einordnung von Einzeldingen oder Individuen in Gesamtheiten (Arten höherer Gattung)“</p> <p>→ Wenn X einer Art Y angehört, gehört X auch der zugehörigen Gattung (und allen übergeordneten Gattungen Z) an. <u>X gehört der Art Y an.</u></p> <p>Also: X gehört der zugehörigen Gattung Z an.</p>	<p>„Also die Darwinfinken – das müssen [...] Vögel sein, die in gewissen Eigenschaften Finken ähneln, aber sich eben [...] auf die Natur anders spezialisiert haben.“ (T. 4, 51)</p> <p>Schematisch: <i>Wenn Darwinfinken Finken sind, sind Darwinfinken Vögel. Darwinfinken sind Finken. Also: Darwinfinken sind Vögel.</i></p>	<p>Es erfolgt eine Einordnung durch Über- oder Unterordnung von Individuen.</p> <p>→ es werden generalisierende Aussagen von einer einzelnen Art (nicht „Beispiel“, wie beim induktiven Beispielmuster, da dort eine Schlussregel abgeleitet wird) zu einer größeren Gruppe getroffen</p> <p>→ kann vom Probanden nur in einer Richtung vorgenommen, denn die Aussage impliziert nicht, dass alle Vögel Darwinfinken sind</p>

9. Anhang

			<p>"Inhaltliche Äquivalenz von Definition und Definiertem"</p> <p>→ Was über die Definition ausgesagt wird, wird auch über das Definierte ausgesagt. <u>X wird über die Definition ausgesagt.</u> Also: wird X auch über das Definierte ausgesagt.</p>	<p>Zur Frage, wie sich die sozialen Unterschiede in den USA zwischen farbigen und Weißen entwickelt haben: „Allein schon weil nach, meiner Meinung nach, den Menschen - von daher nicht in Rassen einteilen kann, weil, eine Rasse ist ein Übergangszustand zwischen einer Population und einer Art. Also im Prinzip, - wenn man, - eine Art unterteilt sich ja in Populationen, also in Lebensgemeinschaften mehrerer Menschen, und eine Rasse ist ja in der Evolution eine solche Population, in der kein Genaustausch mehr mit einer anderen Population stattfindet. Und von daher ist eine Rasse ein Übergangszustand, [...] Von daher, finde ich, kann man den Menschen, - die menschliche Rasse, evolutionsbiologisch überhaupt nicht behandeln. (T.4, 147)</p> <p>Schematisch (Kurzform): Eine Rasse ist ein Übergangszustand zwischen einer Population und einer Art, bei der kein genaustausch mehr mit anderen Populationen stattfindet. Menschen sind aber kein Übergangszustand. Also: Menschen sind keine Rasse</p>	<p>Ein Begriff wird zusammen mit seiner Definition genannt, wobei die Schlussregel (die wenn-dann-Formulierung) vorausgesetzt wird. Entscheidend ist dabei, dass die Definition aus Sicht des Schülers zutreffend ist und damit Definition und Definiertes übereinstimmen.</p> <p>→Proband nutzt die Äquivalenz von Definition und Definiertem, um hieraus weitere Aussagen abzuleiten. Es müssen also Schlüsse aus der Aussage gezogen werden.</p> <p>→Eine Definition muss auf eine Konklusion angewendet werden</p> <p>Alleinige Definitionen zählen nicht in diese Gruppe, diese sind als Alleinige Konklusion/Beschreibung und Illustration zu kategorisieren.</p>
Schlussregel etablierende Muster:	Beispielmuster (induktiv)	<p>"Verallgemeinerung und Generalisierung"</p> <p>Bei induktiven Beispielmustern wird eine Schlussregel hergeleitet. Diese entspricht der Konklusion der Argumentation, wird aber in weiteren Argumentationen als Schlussregel verwendet.</p> <p>→In Beispiel 1 kommt X die Eigenschaft Y zu. In Beispiel 2 kommt X die Eigenschaft y zu.... In Beispiel n kommt X die Eigenschaft Y zu. Also: Nicht wenige/zahlreiche/vielen den meisten X kommt Y zu.</p> <p>*zu unterscheiden vom illustrativen Beispielmuster, da dieses sich auf eine vorherige Konklusion bezieht</p>	<p>Bsp. 1: Frage danach, ob sich Arten in ihrem Phänotypen unterscheiden</p> <p>[...]K.: ... das trifft ja eigentlich auf alle oder auf viele Tiere zu. Würde ich sagen, wenn jetzt man so Kaninchen kreuzt oder, oder bei irgendwelchen Blumen mit - mit den verschiedenen Farben, oder so, dann entstehen ja auch ganz neue Sachen. [...], oder das ist, das ist ja eigentlich überall so, das ist beim Menschen ja auch so, jetzt irgendwie - dunkle Haare, dunkle Augen und dann blond und blauäugig, dann hat er eben dunkle Haare und blaue Augen, oder so, oder blonde Haare und dunkle Augen. (T. 3, 160-164)</p>	<p>Von einem oder mehreren als zentral angesehenen Beispielen wird auf eine allgemeingültige Schlussregel geschlossen. Die allgemeingültige Schlussregel entspricht einer Generalisierung oder Verallgemeinerung durch den Probanden.</p> <p>→ Die induktiven Beispiele werden meist vor der abgeleiteten Konklusion genannt. Wird zuerst eine Konklusion (auch in einem vorherigen Argument) genannt, ist es ein Indiz für illustrative Beispielmuster.</p> <p>Sprachliche Indikatoren: „allgemein, generell“</p>	

9. Anhang

Muster, die weder I noch II nutzen oder etablieren				
		Analogiemuster		
		<p>„indirekte Vergleiche“</p> <p>→C steht in Relation R zu D. Die Relation von C zu D ist in relevanten Zügen gleich/ähnlich der Relation R' von A zu B. Also: A steht in Relation R' zu B.</p> <p>*die Analogie der Fälle sind Argumente, sie sind aber keine Vergleiche im eigentlichen (direkten) Sinne.</p>	<p>Bsp. 1: E.: - Nein, so könnte ich mir höchstens vorstellen, das ist, glaube ich, so ähnlich mit den weißen oder roten Blutkörperchen ist, die so Abwehrkräfte bilden, so dass sie das irgendwie abtasten, und dann das auch irgendwie so machen, dass sie ... (T.10,11)</p> <p>Schematisch: <i>Weißer und rote Blutkörperchen haben Abwehrkräfte gegen Fremdkörper. Das Verhältnis von Bakterien zu Penicillin ist ähnlich dem Verhältnis von weißen und roten Blutkörperchen zu Fremdkörpern. Also: Bakterien haben Abwehrkräfte gegen Penicillin.</i></p>	<p>Bei Analogien werden Vergleiche aufgrund von vermuteten Ähnlichkeiten indirekt vorgenommen.</p> <p>→Schüler äußern Unsicherheiten in dem Vergleich. Zwischen Specht und Stockente kann ein direkter Vergleich vorgenommen werden, bei Bakterien und Blutkörperchen nicht.</p>
		<p>„Fachleute und Respektpersonen“</p> <p>→Was die Autorität X über den Sachverhalt Y sagt, stimmt. <u>X sagt, dass Y wahr / wahrscheinlich ist.</u> Also: Y ist wahr/ wahrscheinlich.</p> <p>*Das Nennen der Autorität entspricht einem Argument. Die Schlussregel wird nur in den seltensten Fällen genannt.</p>	<p>Eine Rasse ist beim Menschen hier kein Übergangszustand zu einer neuen Art, sondern - - also hier, die Rassendefinition der UNO spricht ja auch ganz andere Sachen an als solche. Die werden, ich weiß gar nicht, warum die Menschen überhaupt in Rassen unterteilt werden müssen, auf jeden Fall irgendwelche äußerlichen Merkmale, [...]</p> <p>Schematisch: <i>Was die Uno über die Definition einer Rasse sagt, ist wahr. Die Uno definiert eine Rasse anders. Also: Rassen sind etwas anderes.</i></p>	<p>Das Argument bezieht sich auf die Äußerung einer Autorität, die verschieden gear- tet sein kann. Der Proband zeigt gegenüber der Quelle keine Art der Kritik, sondern betrachtet ihre Äußerung als absolute Wahrheiten.</p> <p>→ Autoritäten sind: Lehrer, Schulbücher, Zeitschriften, Fernsehen etc.</p> <p>→Bezug auch zu nicht-wissenschaftlichen Quellen möglich</p>

9. Anhang

	Beispielmuster (illustrativ)	<p>Illustration von Konklusionen durch Beispiele</p> <p>Durch ein illustratives Beispielmuster werden Argumentationen, die zuvor geäußert wurden, zusätzlich gestützt. Damit wird die Plausibilität der vorherigen Äußerung untermauert.</p> <p>→ Wenn das Argument wahr/wahrscheinlich ist, folgt daraus die Wahrheit/Wahrscheinlichkeit der Konklusion. In Beispiel 1....n folgt die Konklusion aus dem Argument. Also: die Konklusion ist wahr/ wahrscheinlich.</p>	<p>I.: - [...] Viereinhalb Millionen ungefähr bis zu den ersten Vorfahren des Menschen, die man als solche ein-, anspricht.</p> <p>Ch.: Ja, okay. Aber - und von daher kann man das schlecht absehen, inwieweit der Mensch überhaupt recht hat, wenn er <i>glaubt</i>, daß er den natürlichen Bedingungen nicht mehr unterstellt ist. - Daß er die Natur aus dem Gleichgewicht bringt ist klar, glaube ich, aber vielleicht ist er den natürlichen Bedingungen deshalb trotzdem unterstellt. - - Weiß ich nicht, vielleicht ist AIDS oder die Pest, vielleicht sind das ja auch alles natürliche Bedingungen, - die die Menschen - sehr stark dezimieren werden. Vielleicht kommen ja auch neue Seuchen, oder vielleicht auch irgendwelche Fluten, kann auch sein, der Wasserspiegel steigt ja an, - naja, oder - vielleicht - ist die Ozonschicht irgendwann überhaupt nicht mehr da, und alle Menschen sterben an Hautkrebs. Das weiß ich nicht, ob man das so sagen kann.</p>	<p>Dienen dazu andere Konklusionen zu stützen:</p> <p>→ Proband bezieht sich auf eine vorherige Konklusion, die von ihm oder dem Interviewer erneut aufgegriffen wird; Bsp. 1: Konklusion ist, dass der Mensch den natürlichen Bedingungen unterstellt ist. Diese wird illustriert.</p> <p>→ Sind an eine vorherige Konklusion gebunden (sonst sind es induktive Beispielmuster)</p> <p>Sprachliche Indikatoren: „z. B.“ (kann auch Teil der Konklusion sein)</p>
--	-------------------------------------	---	---	---

Persönliche Daten

Geburtsdatum: 29.02.1984
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schul Ausbildung und Studium

08/1994 - 06/2003	Gymnasium Schloss Plön mit Abschluss Abitur
10/2005 - 07/2010	Studium der Fächer Biologie und Französisch für das Lehramt an Gymnasien an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Abschluss mit 1. Staatsexamen
10/2009 – 01/2010	Staatsexamensarbeit in der Abteilung Biologiedidaktik des IPN mit dem Titel „Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchung des Fachwissens von Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern über Stoffwechselphysiologie“
04/2007 – 01/2012	Studium des Faches Spanisch für das Lehramt an Gymnasien an der CAU Kiel, Abschluss mit dem 1. Staatsexamen
08/2013 – 01/2015	Referendariat am Gymnasium Kronshagen für die Fächer Biologie und Französisch; Abschluss mit 2. Staatsexamen
04/2012 – 01/2015	Promotionsstudium an der CAU Kiel (Math.-Nat. Fakultät)

Wissenschaftliche Tätigkeit

04/2007 – 07/2010	Studentische Hilfskraft am Romanischen Seminar der CAU Kiel und in der Abteilung Biologiedidaktik am IPN
08/2010 – 07/2013	Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Biologiedidaktik am IPN

Hiermit möchte ich mich bei allen bedanken, die mich im Laufe meiner Promotion begleitet und in vielfältiger Weise unterstützt haben.

Bei Prof. Dr. Ute Harms und Prof. Dr. Helmut Prechtel möchte ich mich für die umfassende Betreuung, die konstruktive Unterstützung, viele anregende wissenschaftliche Diskussionen und vor allem für die Möglichkeit das Projekt nach meinen Ideen umzusetzen, bedanken.

Auch Prof. Dr. Martin Rothgangel und PD Dr. Thomas Weiss danke ich für die gute Kooperation und die angenehme Zusammenarbeit.

Prof. Dr. Julia Schwanewedel danke ich für zielführende Diskussionen und ihre Begeisterung für meine Arbeit.

Auch meinen Kolleginnen und Kollegen von komdif danke ich dafür, dass sie mich stets unterstützt haben und auch in schwierigeren Phasen darin bestärkten, die Arbeit fortzuführen.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Dr. Mareike Wollenschläger und PD Dr. Burkhard Schroeter, die mir mit ihrer offenen und herzlichen Art jederzeit halfen, die richtigen Schritte zu gehen.

Charlotte Neubrand danke ich dafür, dass sie mich durch ihre humorvolle und direkte Art auch in stressigen Phasen auf den Boden der Tatsachen zurückholte.

Sebastian Opitz danke ich für beinahe tägliche Kaffeepausen und –runden in seinem Büro und das zuverlässige Fahren auf puerto-ricanischen Straßen.

Dr. Sandra Nitz und Carolin Enzingmüller danke ich dafür, dass sie mich überhaupt erst auf die Idee gebracht haben, das Projekt anzugehen.

Meika Drews danke ich für ihren großartigen und unermüdlichen Einsatz in meiner Angelegenheit und vor allem dafür, dass sie auch vor den nervigsten Tätigkeiten nie zurückschreckte, sondern einfach nur fragte: „Bis wann?“. Den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern gilt der Dank für das Bearbeiten der Aufgaben und das zur Verfügung stellen der Argumente.

Bedanken möchte ich mich auch bei Dr. Jörg Großschedl und Hanno Müller, die jederzeit (und auch kurzfristig!) bereit waren, diese Arbeit Korrektur zu lesen und konstruktive Kritik zu üben.

Ich danke auch allen meinen Freunden für die Unterstützung während der Erstellung der Arbeit, ganz besonders Jan Mauer für die fachlichen Diskussionen während des Angelns und Nils Kröger für die telefonische „Seelsorge“ am Sonntagabend.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, da sie mich stets unterstützte und förderte. Dieser Dank gilt insbesondere meiner Frau Ina Amelie, die immer für mich da ist.

Hiermit erkläre ich, dass diese Dissertation – abgesehen von der Beratung durch meine Betreuerin und meinen Betreuer – nach Inhalt und Form meine eigene Arbeit ist. Die Arbeit ist unter Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft entstanden. Sie hat weder im Ganzen noch zum Teil an anderer Stelle im Rahmen eines Promotionsverfahrens vorgelegen. Ein Teil der Ergebnisse dieser Arbeit wurden bereits in Form von Veröffentlichungen oder Kongressbeiträgen publiziert bzw. zur Publikation eingereicht (siehe unten).

Kiel, den 06.01.15

Nicolai Basel

Zeitschriften- und Buchbeiträge

Basel, N., Harms, U. & Prechtel, H. (2013). Analysis of students' arguments on evolutionary theory. *Journal of Biological Education (JBE)*, 47(4), 192-199. doi:10.1080/00219266.2013.799078

Weiß, T., Basel, N., Rothgangel, M., Harms, U., Prechtel, H. (2013). Argumentationsmuster von Jugendlichen zu Schöpfung und Evolution. In V.-J. Dietrich, B. Roebben, & M. Rothgangel (Hrsg.), *Jahrbuch für Jugendtheologie Band 2: Der Urknall ist immerhin, würde ich sagen, auch nur eine Theorie. Schöpfung und Jugendtheologie* (S. 63-75). Stuttgart: Calwer.

Basel, N., Weiß, T., Harms, U., Prechtel, H., & Rothgangel, M. (in Überarbeitung). Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.

Basel, N., Harms, U., Prechtel, H., Weiß, T., & Rothgangel, M. (2013). Students' arguments on the science and religion issue: the example of evolutionary theory and genesis. *Journal of Biological Education (JBE)*, 48(4), 179-187. doi:10.1080/00219266.2013.849286

Konferenzbeiträge

1. Posterpräsentationen

Basel, N., Prechtel, H., & Harms, U., Weiß, T., & Rothgangel, M. (2011, März). *Identifikation fachspezifischer und fachübergreifender Aspekte von Argumentationsfähigkeit am Beispiel von Evolution und Schöpfung*. Poster mit Kurzvortrag auf der AEPF-Tagung, Bamberg.

Basel, N., Prechtel, H., & Harms, U. (2011, Juni). *Identifikation fachspezifischer und fachübergreifender Aspekte der Argumentationsfähigkeit am Beispiel Evolution und Schöpfung*. Poster mit Kurzvortrag auf der 13. Internationalen Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB), Mühlheim a.d.R.

Basel, N., Prechtel, H., & Harms, U. (2011, September). Identifikation fachspezifischer und fachübergreifender Aspekte der Argumentationsfähigkeit am Beispiel der Evolution. In FDdB (Hrsg.), *Didaktik der Biologie -Standortbestimmung und Perspektiven. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO* (S. 175-176). Bayreuth: Universität Bayreuth.

Basel, N., Harms, U., & Prechtel, H. (2012, September). *Analyzing students' argumentations in reasoning about processes of adaptation*. Paper presented at the 9th Conference of European Researchers in Didactics of Biology, FU Berlin.

2. Vorträge

Basel, N., Prechtel, H. & Harms, U., Weiß, T., & Rothgangel, M. (2011, September). *Identifikation fachspezifischer und fachübergreifender Aspekte von Argumentationsfähigkeit: erste Ergebnisse eines interdisziplinären Forschungsprojektes*. Vortrag im Rahmen des komdif-Symposiums auf der AEPF-Tagung, Klagenfurt, AT.

Prechtel, H., Basel, N., & Harms, U. zusammen mit Weiß, T. & Rothgangel, M. (2011, Oktober). *Fachspezifische und fächerübergreifende Aspekte von Argumentationsfähigkeit*. Vortrag auf der Tagung „Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen“ der Friedrich Stiftung, Universität Köln, Köln.

Basel, N., Weiß, T., Harms, U., Prechtel, H., & Rothgangel, M. (2012, März). *Argumentationsmuster von Jugendlichen zu Schöpfung und Evolution*. Vortrag auf Tagung „Schöpfungstheologie von, für und mit Jugendlichen“ (Evangelisch-theologische Fakultät der Universität Wien) Wien, AT.

Basel, N., Harms, U., & Prechtel, H. (2012, November). *Identifikation fachspezifischer und fachübergreifender Aspekte von Argumentationsfähigkeit am Beispiel Evolution*. Vortrag auf der ProSchuLe -Tagung, Flensburg.

Harms, U., Basel, N., Prechtel, H., & Weiß, T., & Rothgangel, M. (2013, März). *Analyse von Schülerargumentationen zu Evolution und Schöpfung*. Vortrag im Rahmen des komdif-Symposiums auf der GEBF-Tagung, Kiel.

Basel, N., Harms, U., Prechtel, H. (2013, April). *Domain-specific differences in students' argumentation practices - Students' arguments about evolutionary theory and genesis narration*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching (NARST) conference, Rio Grande, Puerto Rico.